OIPE JC73
JAN 27 2004
PATENT & TRADEMARK OFFICE

PE JC73
JAN 27 2004
PATENT & TRADEMARK OFFICE

00839.000469

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:	Examiner: Not Yet Assigned
SOICHIRO KAWAKAMI ET AL.	Group Art Unit: Not Yet Assigned
No.: 10/682,454	
Filed: October 10, 2003	
For: DETECTING METHOD AND DETECTING APPARATUS FOR DETECTING INTERNAL OF RECHARGEABLE BATTERY, RECHARGEABLE BATTERY PACK HAVING SAID DETECTING APPARATUS THEREIN, APPARATUS HAVING SAID DETECTING APPARATUS THEREIN, PROGRAM IN WHICH SAID DETECTING METHOD IS INCORPORATED, AND MEDIUM IN WHICH SAID PROGRAM IS STORED	January 26, 2004

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

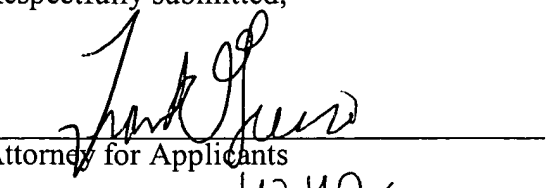
Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of the following foreign application:

2002-298171 filed October 11, 2002.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicants

Registration No. 42,476

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

10/682,454

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: ２００２年１０月１１日

出 願 番 号
Application Number: 特願２００２－２９８１７１

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００２－２９８１７１]

出 願 人
Applicant(s): キヤノン株式会社

２００３年１０月２８日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号 出証特２００３－３０８８８２８

【書類名】　特許願
【整理番号】　4820014
【提出日】　平成14年10月11日
【あて先】　特許庁長官殿
【国際特許分類】　H01M 10/44
【発明の名称】　二次電池の内部抵抗検知方法、内部抵抗検知装置、内部抵抗検知プログラム及び該プログラムを収めた媒体
【請求項の数】　6
【発明者】
【住所又は居所】　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
【氏名】　出藏　靖三郎
【発明者】
【住所又は居所】　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
【氏名】　川上　総一郎
【特許出願人】
【識別番号】　000001007
【氏名又は名称】　キヤノン株式会社
【代表者】　御手洗　冨士夫
【代理人】
【識別番号】　100091144
【弁理士】
【氏名又は名称】　荻上　豊規
【手数料の表示】
【予納台帳番号】　072384
【納付金額】　21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【包括委任状番号】　9703872

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】二次電池の内部抵抗検知方法、内部抵抗検知装置、内部抵抗検知プログラム及び該プログラムを収めた媒体

【特許請求の範囲】

【請求項１】被検知対象の二次電池の内部抵抗を検知する方法であって、定電流－定電圧充電方式（一定の電流値I_0で充電を開始し電池電圧が所定の電圧V_{max}に達した後、所定の電圧V_{max}で充電を充電終了まで行う、定電流充電モード及び定電圧充電モードからなる）により充電を行う場合に、前記定電圧充電モードでの前記被検知二次電池の充電電気量を求めるステップ（a）、及び前記被検知二次電池に対応する正常な二次電池について予め取得してある、該二次電池の内部抵抗を増減させた場合のその内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する前記定電圧充電モードでの前記正常な二次電池の充電電気量の関係を参照するステップ（ｂ）を有することを特徴とする二次電池の内部抵抗の検知方法。

【請求項２】前記被検知二次電池の蓄電容量が前記正常な二次電池の蓄電容量のＤ倍（Ｄは定数で$0<D\leq1$）に低下している場合に、前記ステップ（a）で求めた定電圧充電モードでの充電電気量を１／Ｄ倍した後に前記ステップ（ｂ）に記載の内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係を参照するステップを有することを特徴とする請求項１に記載の二次電池の内部抵抗の検知方法。

【請求項３】被検知対象の二次電池の内部抵抗を検知する装置であって、少なくとも前記被検知二次電池の電圧を検知する手段、前記被検知二次電池を流れる電流を検知する手段、定電流－定電圧充電方式での定電圧充電モードにおける前記被検知二次電池の充電電気量を求める手段、前記被検知二次電池に対応する正常な二次電池について予め取得してある内部抵抗に対する前記正常な二次電池の定電圧充電モードでの充電電気量の関係を記憶する手段、及び該記憶手段の情報を参照し前記定電圧充電モードでの充電電気量から前記被検知二次電池の内部抵抗を検知する手段を有することを特徴とする二次電池の内部抵抗検知装置。

【請求項４】前記被検知二次電池の蓄電容量が前記正常な電池の蓄電容量のＤ倍（Ｄは定数で$0<D\leq1$）に低下している場合に、前記定電圧充電モードでの前記

被検知二次電池の充電電気量を１／Ｄ倍した後に前記記憶手段の情報を参照し前記定電圧充電モードでの充電電気量から被検知二次電池の内部抵抗を検知する手段を更に有することを特徴とする請求項３に記載の二次電池の内部抵抗検知装置。

【請求項５】被検知対象の二次電池の内部抵抗を検知するためのプログラムであって、請求項１または２に記載の検知方法を盛り込んだことを特徴とする二次電池の内部抵抗検知プログラム。

【請求項６】請求項５に記載の二次電池の内部抵抗検知プログラムを収めた記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、二次電池、または制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が二次電池の充放電経路に介装された二次電池パックにおける前記二次電池の内部抵抗を検知する方法、検知装置、該検知装置を有する二次電池パック、該検知装置を有する機械、内部抵抗検知プログラム、及び該プログラムを収めた媒体に関する。

【０００２】

【従来技術】

半導体素子の進歩、小型・軽量で高性能な二次電池の開発に伴なって、携帯型パーソナルコンピューター、ビデオカメラ、デジタルカメラ、携帯電話、及び携帯端末などのモバイル機器が急激に発展してきている。　これとは別に、大気中のCO_2ガス量の増加による温室効果で地球の温暖化が生じると予測され、CO_2ガスの排出抑制が叫ばれている。このため、CO_2ガスを多量に排出する火力発電所は、新たに建設することが難しくなって来ており、火力発電所などの発電機にて作られた電力を有効に利用するための方策として、夜間電力を一般家庭に設置した二次電池に蓄えて、これを電力消費量が多い昼間に使用して負荷を平準化する、いわゆるロードレベリングが提案されている。また、大気汚染物質を排出

しないという特徴を有する電気自動車、大気汚染物質の排出を抑え燃料効率を高めた二次電池と内燃エンジン若しくは燃料電池を組み合わせたハイブリッド型電気自動車の開発が進められており、これらに必須な二次電池として、高エネルギー密度の二次電池の開発が期待されている。

【０００３】

上記二次電池の使用されているモバイル機器や電気自動車やロードコンディショナーでは、使用されている二次電池の内部抵抗に応じた使用機器側での電力管理をすることによって動作時間を最大限に引き延ばすことができる、あるいは二次電池の内部抵抗から寿命に関する情報を得て電池の交換時期を知り突然の機能停止を回避することができるので、二次電池の内部抵抗を精度よく検知する技術は、極めて重要になっている。またモバイル機器や電気自動車やロードコンディショナーでは、制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が二次電池の充放電経路に介装された二次電池パックが使用されることが多く、該二次電池パックでは、内部の二次電池と同様に前記各素子の異常や劣化での二次電池パック全体の内部抵抗情報を検知することも同じく重要である。

【０００４】

そうした内部抵抗の検知方法の一つとして、特開平９－１３４７４２号公報（以下、文献１という）には、放電終止電圧直前の内部インピーダンスを、蓄電池にインピーダンス測定器で交流電流を流して測定する方法が開示されている。しかしながら文献１に記載の方法は、交流電流を発生してインピーダンスを計測する測定器が必要であるために、計測装置が大がかりなものになること、二次電池を使用している間は計測できないこと、計測されたインピーダンスが充放電時の電圧降下（ＩＲ損）量として検出される内部抵抗分Ｒと必ずしも一致しない、といった問題があることから、実用的ではない。

特開２００２－１４２３７９号公報（以下、文献２という）には、パルス充電時の電圧降下量から内部抵抗を検出する方法が開示されている。しかしながら文献２に記載の方法は、汎用的に使用されている充電器とは異なる特定の操作が必要であることに加えて、パルス幅（時間）により違いはあるものの一般的にパル

ス充電では、充電区間での充電電流値に対する開回路電圧からの電圧上昇が、連続的に充電している場合のそれと比べて低く、また休止区間での電池電圧が開回路電圧まで低下しないため、その電圧差から内部抵抗を検出すると、充放電時の電圧降下（ＩＲ損）量として検出される内部抵抗分Ｒより小さな値となってしまう、といった問題がある。

特開平７－２４０２３５号公報（以下、文献３という）には、充電を中断しそこでの電圧降下量から内部抵抗を検出する方法が開示されている。しかしながら文献３に記載の方法は、文献２に記載の方法と同様で、汎用的に使用されている充電器とは異なる特定の操作が必要であることに加えて、正確な電圧降下量を測定するためには長時間の休止区間を要するため、満充電までの所要時間が長くなり、不便で作業能率も悪くなってしまう、といった問題がある。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記従来の二次電池の内部抵抗検知方法での問題点を解決し、充電中の特定の操作や、検知のために特別な時間を必要とすることなく、被検知二次電池の内部抵抗を、高精度で検知する方法及び装置、それを応用した各種機械を提供することにある。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を解決するものであり、被検知対象の二次電池、または制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が二次電池の充放電経路に介装された二次電池パックにおける前記二次電池（即ち、被検知対象の二次電池）の内部抵抗を高精度で検知する方法を提供する。本発明の被検知二次電池の内部抵抗検知方法は、代表的には、一定の電流値I_0で充電を開始し電池電圧が所定の電圧V_{max}に達した後、所定の電圧V_{max}で充電を充電終了まで行う定電流充電モード及び定電圧充電モードからなる定電流－定電圧充電方式によって充電を行う場合に、前記定電圧充電モードでの被検知二次電池の充電電気量を求めるステップ（a）及び前記被検知二次電池に対応する正常な二次電池について予め取得し

てある該正常な二次電池の内部抵抗を増減させた場合のその内部抵抗若しくは内部抵抗増減分に対する前記定電圧充電モードでの前記正常な二次電池の充電電気量の関係を参照するステップ（ｂ）を有することを特徴とする。前記本発明の被検知二次電池の内部抵抗検知方法は、前記被検知二次電池の蓄電容量が前記正常な電池の蓄電容量のＤ倍（Ｄは定数で0＜Ｄ≦1）に低下している場合、前記ステップ（a）で求めた電圧充電モードでの前記被検知二次電池の充電電気量を１／Ｄ倍した後に前記ステップ（ｂ）に記載の内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係を参照し、前記被検知二次電池の内部抵抗を検知する態様を包含する。

【０００７】

また本発明は、被検知二次電池（制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が二次電池の充放電経路に介装された二次電池パックにおける前記二次電池を包含する）の内部抵抗を検知する装置を提供する。本発明の内部抵抗検知装置は、代表的には、少なくとも被検知二次電池の電圧を検知する手段、前記被検知二次電池を流れる電流を検知する手段、定電流－定電圧充電方式での定電圧充電モードにおける前記被検知二次電池の充電電気量を求める手段、前記被検知二次電池に対応する正常な二次電池について予め取得してある内部抵抗若しくは内部抵抗増減分に対する前記正常な二次電池の定電圧充電モードでの充電電気量の関係を記憶する手段、及び該記憶手段の情報を参照し前記定電圧充電モードでの充電電気量から前記被検知二次電池の内部抵抗を検知する手段を有し、前記検知手段の出力から前記被検知二次電池の内部抵抗を検知することを特徴とする。本発明の内部抵抗検知装置は、前記被検知二次電池の蓄電容量が前記正常な電池の蓄電容量のＤ倍（Ｄは定数で0＜Ｄ≦1）に低下している場合、前記定電圧充電モードでの前記被検知二次電池の充電電気量を１／Ｄ倍した後に前記記憶手段の情報を参照し前記定電圧充電モードでの充電電気量から前記被検知二次電池の内部抵抗を検知する手段を更に有し、該検知手段の出力から前記被検知二次電池の内部抵抗を検知する態様を包含する。

【０００８】

更に本発明は、【０００７】に記載した内部抵抗検知装置を付加した二次電池を１個またはそれ以上有することを特徴とする二次電池パックを提供する。また本発明は、【０００７】に記載した内部抵抗検知装を装置を有することを特徴とする機械を提供する。該機械は、製造した二次電池が良品であるか不良品であるか検査する検査装置、二次電池を充電する充電器、携帯電話・携帯端末・携帯型コンピューター等の携帯機器、自動車、自転車、船舶、航空機、宇宙船等の移動体から選択される機械を包含する。更にまた本発明は、【０００６】に記載した本発明の被検知二次電池の内部抵抗検知方法を盛り込んだことを特徴とする二次電池の内部抵抗検知プログラム及び該プログラムを収めた記憶媒体を提供する。

【０００９】

前記本発明の二次電池の内部抵抗検知方法、内部抵抗検知装置、内部抵抗検知プログラム及び該プログラムを収めた媒体を適用できる二次電池としては、定電流－定電圧充電方式で充電する二次電池である。そうした二次電池の好ましい例としては、リチウムの酸化還元反応を利用した（リチウムイオン二次電池を含める）リチウム二次電池が挙げられるが、これに限定されるものではない。

【００１０】

本発明において云う「定電圧充電モード」は、特に断りがない限り、定電圧で充電している状態ないし定電圧で充電している場合を、制御ないしコンピュータプログラムの側から表現したものであり、電池の側から見れば、「定電圧で充電されている状態」若しくは「定電圧で充電されている場合」と同義である。同様に本発明において云う「定電流充電モード」とは、定電流で充電している状態ないし場合を意味する。

【００１１】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の被検知二次電池（制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が二次電池の充放電経路に介装された二次電池パックにおける前記二次電池を包含する）の内部抵抗検知方法の一例を、図面を用いて説明する。但し、本発明の内部抵抗検知方法はこれに限定されるものではない。

【００１２】

図１は、定電流－定電圧充電方式により充電を行う場合の、本発明による被検知二次電池の内部抵抗検知方法の一例をフローチャートにて示したものである。尚、図１におけるS1～S9のSは、ステップを表し、数字はステップ番号を表す。検知スタートとして、先ずステップ１で被検知二次電池の充電を開始する。ステップ２の定電流充電は、ステップ３の電池電圧が所定の電圧に到達した時点で、ステップ４の定電圧充電に切り替わり、同時にステップ５で充電電流値と時間の計測を開始する。ステップ６の充電終了条件を満たした時点で、ステップ７の充電終了とする。次に、上記ステップ５における充電電流値と時間の計測から、ステップ８で定電圧充電モードでの充電電気量を算出する。ステップ９で前記被検知二次電池に対応する正常な二次電池について予め用意してある内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係を参照し、前記被検知二次電池の内部抵抗が検知できる。

【００１３】

上記のような検知が可能となるのは、定電流－定電圧充電方式の下記２点の特徴からである。

１．充電電流がゼロに近づくほどに充電時間を十分に長くとれば、内部抵抗のみ増加した被検知二次電池の満充電量は、該被検知二次電池に対応する正常な電池の満充電量と等しい。すなわち、二次電池の蓄電容量（＝満充電量）は、放電深度１００％から満充電まで充電した電気量で、その時の充電電流曲線と充電時間軸で囲まれた面積に等しい。そのため、内部抵抗のみ増加した被検知二次電池では、充電電流曲線と充電時間軸で囲まれた面積は、正常な二次電池のそれと等しくなる。

２．放電深度１００％から充電を開始すると、内部抵抗が大きくなるに従い、所定の電圧に到達するまでの時間、すなわち定電流での充電時間が短くなり、充電開始後早い段階で定電圧の充電に移行する。

これら特徴は、内部抵抗の増加とともに、満充電量は変わらないが、定電流充電モードでの充電電気量が減少する、すなわち定電圧充電モードでの充電電気量が増加することを意味し、内部抵抗値の増加量から定電圧充電モードでの充電電気

量が一義的に決まることになる。したがって、内部抵抗と定電圧充電モードでの充電電気量の関係が判りさえすれば、被検知二次電池の定電圧充電モードでの充電電気量から、該被検知二次電池の内部抵抗が検知可能なのである。

【００１４】

ここで、本発明においては、定電流－定電圧充電方式での定電圧充電モードでの充電電気量から、被検知二次電池の内部抵抗を検知するため、放電深度１００％からの定電流充電モードでの充電電気量情報を必要としない、　即ち、電気量の残存している被検知二次電池につぎ足しで充電をする時でも、該被検知二次電池の内部抵抗を検知することができる。

尚、本発明において云う「放電深度１００％」とは、特に断りがない限り、内部抵抗の大小での放電量の差が少ないと考えられる、低電流で終止電圧まで放電した状態を意味する。

【００１５】

図２は、被検知二次電池の蓄電容量が該被検知二次電池に対応する正常な電池の蓄電容量のＤ倍（Ｄは定数で0＜Ｄ≦1）に低下している場合に、定電流－定電圧充電の過程で本発明の内部抵抗検知方法を実施する場合の一例をフローチャートにて示したものである。なお、図２におけるS1～S10のSは、図１と同様ステップを表し、数字はステップ番号を表す。

図２では、ステップ１からステップ８まで、図１で説明した内容と同一であり、ステップ１０でステップ８において求めた定電圧充電モードでの充電電気量を１／Ｄ倍した後に、図１の場合と同様に、ステップ９で前記正常な二次電池について予め用意してある内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係を参照し、前記被検知二次電池の内部抵抗が検知できる。

このような検知が可能となる理由について、以下の実験例１により説明する。

【００１６】

【実験例１】

図３は、直径が１８㎜、高さが６５㎜のサイズで公称容量が１６８０ｍＡｈの、市販のリチウムイオン二次電池において、放電深度１００％から、０．３４Ａ

の定電流で８４ｍＡｈ（本二次電池公称容量の５％）充電後、３時間休止させるという間欠充電動作を充電電圧が４．２Ｖに達するまで繰り返し、更に４．２Ｖ到達後は４．２Ｖの定電圧充電で充電電流値が０．１Ａ以下に減少した段階で終了した場合の充電特性を示す図であり、横軸は時間、縦軸は電池電圧である。図４は、図３で得られた積算充電量に対する電池電圧、及び充電休止時の電池電圧（＝開回路電圧）の関係を示したものである。図４において、点線で示しているのは、間欠充電後の休止時の開回路電圧をトレースしたもので、実線で示してあるのが充電時の電池電圧を示し、曲線の角の部分は充電を停止して休止に入った時点を表している。図４において、充電終了時の積算充電量が１６８７ｍＡｈで、本二次電池の公称容量に等しい蓄電容量である。したがって、図４の点線の電圧曲線は、この電池の積算充電量（＝蓄電量）と開回路電圧の関係を示したものであり、横軸は蓄電量、縦軸は電池電圧である。

【００１７】

図５は、図４の点線の電圧曲線を実線で示し、更に上記と同様の手法で、正常な二次電池と同種同型の予め充放電を２００回繰り返しサイクル劣化をさせた二次電池の蓄電量と開回路電圧の関係を取得し、破線で示したものである。前記サイクル劣化二次電池の充電終了時の積算充電量（＝蓄電量）は１４１９ｍＡｈで、正常な二次電池の公称容量の０．８４倍に低下している。図５の点線は、前記サイクル劣化二次電池の蓄電量と開回路電圧の電圧曲線（破線）の横軸である蓄電量を１／０．８４倍（１．１９倍）したものであり、正常な二次電池の蓄電量と開回路電圧の電圧曲線（実線）とほぼ一致する。したがって、正常な二次電池の蓄電容量のＤ倍に劣化した二次電池の蓄電量と開回路電圧の電圧曲線は、当該二次電池の内部抵抗とは関係なく、蓄電量を１／Ｄ倍することで、正常な二次電池のそれと一致させることができる。

【００１８】

図６は、上記正常な二次電池と上記サイクル劣化二次電池を、それぞれ放電深度１００％から、１．７Ａの定電流、上限電圧値が４．２Ｖの定電流－定電圧充電を、定電圧充電での充電電流値が０．１Ａ以下になるまで行ったときの充電特性を、正常な二次電池を実線で、サイクル劣化二次電池を破線で示し、更にサイ

クル劣化二次電池の横軸（時間）を１／０．８４倍（１．１９倍）したものを示す図であり、横軸は時間、縦軸は充電電流値である。図６における充電電流曲線と充電時間軸で囲まれた面積は、充電電気量であり、蓄電容量が正常な二次電池のＤ倍になった二次電池では、その充電電流曲線と充電時間軸で囲まれた面積が正常な二次電池のそれのＤ倍になる。これは、蓄電容量が正常な二次電池のＤ倍になった二次電池の、充電電流曲線を充電時間軸方向に１／Ｄ倍し、充電電流曲線と充電時間軸で囲まれた面積を１／Ｄ倍にすれば、正常な二次電池のそれと等しくなることを示す。図６の実線と点線の比較からもわかるように、満充電量は変わらないが、定電圧充電モードでの充電電気量が増加する、内部抵抗のみ増加した充電電流曲線に変換できることになる。

【００１９】

したがって、被検知二次電池の蓄電容量が該被検知二次電池に対応する正常な二次電池の蓄電容量のＤ倍（Ｄは定数で$0<D\leq1$）に低下している場合、定電圧充電モードでの前記被検知二次電池の充電電気量を１／Ｄ倍した後に、前記正常な二次電池について予め用意してある内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係を参照することにより、前記被検知二次電池の内部抵抗が検知できる。

ここで、正常な二次電池の蓄電容量に対する被検知二次電池の蓄電容量の割合であるＤ値は、放電深度１００％からの満充電量、または満充電状態から放電深度１００％までの全放電量から求めることができる。この他、定電流－定電圧充電方式によって充電を行う場合に、被検知二次電池において定電流I_0の充電モードから定電圧V_{max}の充電モードへの切り替わり時から所定の電流値I_Mになるまでの時間と、定電圧充電モードでの充電電気量から、Ｄ値を算出することができる。この後者の方法によれば、定電圧充電モードでの充電電気量という情報を用いることで、放電深度１００％からの定電流－定電圧充電方式での定電流充電モードでの充電時情報を必要とせずに、精度良くＤ値を容易に算出できる。

【００２０】

（定電圧充電モードでの充電電気量）

本発明における「定電圧充電モードでの充電電気量」は、定電圧充電開始時点

から下記３状態のうちいずれか一つに達するまでの充電電気量である。

(i) 定電圧充電モードでの充電電流が所定の電流値I_{min}以下になった時点、

(ii)定電圧充電モードでの充電電流が所定の電流値I_n到達後、所定時間t_nを経過した時点、または

(iii) 充電開始から所定時間t_fを経過した時点。

ここで、「定電圧充電モードでの充電電気量」は、定電圧充電開始時点から、定電圧充電モードの電流値がゼロに達する時点までの充電電気量から求めた方がより正確な値が求まるが、実際にその時点まで充電を行うことは少なく、また、前記いずれの定電圧充電モードでの充電電気量を用いるかで生じる、被検知二次電池の内部抵抗検知量の差は、大きくはない。

【００２１】

〔二次電池の内部抵抗検知装置〕

以下、本発明の被検知二次電池(制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が二次電池の充放電経路に介装された二次電池パックにおける前記二次電池を包含する)の内部抵抗を検知するための内部抵抗検知装置の一例を図面を用いて説明する。本発明の内部抵抗検知装置はこれに限定されるものではない。

【００２２】

図７は、定電流－定電圧充電方式によりを充電行う場合に、被検知二次電池の内部抵抗を検知するための本発明の内部抵抗検知装置の一例の主要部分の構成を模式的に示したものである。図７に示す本発明の内部抵抗検知装置は、基本的には、被検知二次電池を当該装置と接続する端子７０１、被検知二次電池の端子間電圧を検出する電池電圧検出部７０２、被検知二次電池の充電電流を検出する充電電流検出部７０３、及び制御部７０４から構成されている。

ここで端子７０１は、被検知二次電池を装置本体に容易かつ確実に電気的に接続することを可能にするものである。電池電圧検出部７０２は、高い入力インピーダンスで、図示していない充電器によって、定電流－定電圧充電が行なわれる被検知二次電池の正負極間の端子間電圧を検出し、この電圧情報は制御部７０４に

出力される。充電電流検出部７０３は、低い入力インピーダンスで、前記被検知二次電池の充電電流を検出し、この電流値情報は制御部７０４に出力される。

【００２３】

制御部７０４は、その内部或いは外部にタイマを有し、電池電圧検出部７０２からの電圧情報で、定電流充電モードから定電圧充電モードへの切り替わりを検出し、該切り替わり時からの充電時間を計測し、充電電流検出部７０３からの電流値情報で充電電流値のデータを取得し、定電圧充電モードでの充電電気量を求める。更に制御部７０４は、記憶手段としてその内部或いは外部にメモリーを有し、該メモリーには前記被検知二次電池に対応する正常な二次電池について予め用意した内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係が記憶されており、該記憶手段の情報を参照し、前記求めた定電圧充電モードでの充電電気量から、前記被検知二次電池の内部抵抗を検知する。図７に示した本発明の内部抵抗検知装置は、単独の装置として、定電流－定電圧充電が行なわれる被検知二次電池と接続し、前記の検知動作を行うことができる。この時必要となる装置本体の電源は、図示していないが、外部から供給する以外にも、本発明において必要とされる被検知二次電池の定電圧充電モードでの充電電気量情報に、大きな影響を与えない限りにおいて、接続する被検知二次電池から、取り込むことも可能である。

【００２４】

図８は、本発明の内部抵抗検知装置を付加した二次電池パックの一例を示す回路構成図である。なお、二次電池パックにおける二次電池を被検知二次電池とする内部抵抗検知装置は、図７で説明した装置の端子７０１に二次電池パックの充電用プラス端子とマイナス端子を接続することが可能であり、更に、本例で示すように、二次電池パックを被検知二次電池とする内部抵抗検知装置を、該二次電池パック内部に付加することも可能である。

【００２５】

図８に示す二次電池パックは、二次電池８０１、該二次電池パックのプラス端子８０２及びマイナス端子８０３、充電用プラス端子８０４（充電用マイナス端子は前記マイナス端子を兼用）、電池電圧モニタ出力端子８０５、該二次電池パ

ックの端子間電圧を検出する電池電圧検出部８０６、該二次電池パックの充電電流を検出する充電電流検出部８０７、寄生ダイオード付きＭＯＳ　ＦＥＴ等から成る過充電保護素子８０８、過放電保護素子８０９、及び制御部８１０を有している。尚、図８に示す二次電池パックは二次電池１個を有する構成のものであるが、該二次電池パックを構成する二次電池の個数は、これに限定されることなく、複数個であってもよい。

【００２６】

ここで、電池電圧検出部８０６は、図示していない充電器によって、定電流－定電圧充電が行なわれる被検知二次電池である二次電池パックプラス端子とマイナス端子間の電圧を検出し、この電圧情報は制御部８１０に出力される。充電電流検出部８０７は、該二次電池パックの充電電流を検出し、この電流値情報は制御部８０７に出力される。制御部８０７は、過充電保護素子８０８及び過放電保護素子８０９のオンオフ制御以外は、基本的に図７で説明した制御部７０４と同じ機能を有し、被検知二次電池である二次電池パックの内部抵抗を検知する。

【００２７】

図７に示すような構成で代表される内部抵抗検知装置を充電器に内蔵することもでき、これにより、被検知二次電池の内部抵抗情報を表示するか、情報として外部に出力することができる。さらに、図７に示すような構成で代表される内部抵抗検知装置を二次電池を使用する機器本体に内蔵することも可能である。本発明の二次電池内部抵抗検知装置を付加して性能が最大限引き出される機器の例としては、携帯電話、携帯端末、コンピューター、ビデオカメラ、デジタルカメラ、等の携帯機器、電気自動車やハイブリッド型自動車などの二次電池を電源とする乗り物、が挙げられる。

本発明の二次電池内部情報の検知装置を付加して機能が高まる、上記例以外の装置やシステムとしては、製造した被検知電池が良品であるか不良品であるか検査する二次電池の検査機器等も挙げられる。

また、本発明の二次電池内部抵抗検知装置の記憶手段に、記憶する情報を必要に応じて、種類の異なる電池に対応する情報を入力しておくことによって、汎用性を持たせることが可能になる。その上で、本装置に適応する被検知二次電池のタ

イプを選択する手段を設けることで、対応する正常な二次電池の選択が可能となる。該被検知二次電池のタイプの選択手段としては、例えばスイッチ入力、有線もしくは無線の電気信号や光信号等での入力、を使用することができる。これにより、同一種類の被検知二次電池であって型式が異なる場合や、被検知二次電池の種類がリチウム（イオン）電池、ニッケル－水素電池、ニッケル－カドミウム電池、鉛蓄電池のように、異なる場合にも、対応することができる。

【００２８】

（被検知二次電池の内部抵抗検知プログラム）

本発明の内部抵抗検知プログラムは、先に説明した、図１のフローチャートに代表される本発明の検知方法をプログラム化したプログラム、及び内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データを包含する。機器本体の制御部に、本発明の検知方法に基づくプログラム、内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データを入力し、本発明の検知機能を持たせることが可能である。例えば二次電池を接続して使用する携帯型パーソナルコンピュータでは、一般的に本体の動作を主に司る主制御部と、周辺機器とのやりとりを主に司る副制御部をそれぞれ有し、副制御部では、多くの場合、供給電源である二次電池からの電流及びまたは電圧の情報を監視している。上記監視情報を取得する機器の副制御部もしくは主制御部に、本発明の検知方法のプログラム及び必要な内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係を入力することで、本発明の検知装置の機能を機器本体に持たせて、被検知電池の内部抵抗情報の検知を可能にし、機器の電源管理の精度を高めることができる。これにより、使用する二次電池の蓄電エネルギーを最大限に引き出し、機器の性能を最大限に発揮させることが可能になる。

【００２９】

（被検知二次電池の内部抵抗検知プログラムを収めたメモリー媒体）

本発明のメモリー媒体は、先に説明した、図１のフローチャートに代表される本発明の検知方法をプログラム化したプログラム、内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データを記憶したもので

ある。充電機能を有し、かつメモリー媒体を接続して被検知二次電池の内部抵抗を検知する機能を有する、充電器や、ビデオカメラ、デジタルカメラ、携帯電話、携帯端末（Personal Digital Assistant）、電気自動車、に代表される二次電池を電源とする機器に、上記本発明のメモリー媒体を使用することができる。これにより、使用する二次電池（被検知二次電池）の型式及び種類に変更が生じた場合でも、変更に対応する上記メモリー媒体を用意することで、容易に修正が可能になり、二次電池の内部抵抗の正確な検知が可能になる。

【００３０】

（内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データの取得例）

本発明における、被検知二次電池（制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が二次電池の充放電経路に介装された二次電池パックを包含する）の内部抵抗に関する情報を検知するための、内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データを得る手順の一例を図９乃至図１２を参照して説明する。

【００３１】

蓄電容量の低下はなく内部抵抗のみが増大した二次電池の場合、充電特性はどのような推移するかを知るために、該二次電池に直列に抵抗器r_Sを接続して擬似的に内部抵抗を増し、定電流－定電圧充電操作を行い、充電電圧、充電電流の推移と充電電気量を観測した。次に、所定の放電操作後、定電流充電を行い、所定の電圧に到達した時点での内部抵抗を測定した。

【００３２】

図９は、内部抵抗がR_Iである正常な二次電池（波線部で囲まれた部分）に抵抗器r_Sを接続し、充放電装置に接続した回路図である。抵抗器r_Sの抵抗値は、前記二次電池の内部抵抗増加分に相当し、該R_Iと同程度のオーダーであるのが好ましい。図９において、二次電池としてサイズが直径１８㎜高さ６５㎜で公称容量が１６８０mAhの市販のリチウムイオン二次電池を使用し、抵抗器r_Sを接続しない場合、抵抗値が、２７mΩ、３９mΩ、６２mΩ、９１mΩ、１１０mΩ、

１５０ｍΩの抵抗器r_Sを接続した場合の、それぞれにおいて放電深度１００％から、１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で、引き続き４．２Ｖの定電圧で充電し、定電圧充電モードでの充電電流が０．１Ａまで低下したら充電終了とした時の、充電時間に対する充電電圧を示した図が図１０で、充電電気量（蓄電量）に対する充電電流を示した図が図１１である。図１２は、前記二次電池を使用し、抵抗器r_Sを接続しない場合の、放電深度１００％から、１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で終了した時の、充電終了後９０分間の経過時間に対する電池電圧を示した図である。

【００３３】

図１０の充電時間に対する充電電圧曲線から、直列に接続した抵抗値が大きくなるに従い、所定の電圧に到達するまでの時間、すなわち定電流での充電時間が短くなり、充電開始後早い段階で定電圧の充電に移行することがわかる。また、図１１の充電電気量に対する充電電流曲線から、直列に接続した抵抗値が大きくなるに従い、定電圧充電モードでの充電電気量が増加するが、充電終了までの積算充電量は、１６５５～１６７０ｍＡｈ（本二次電池の公称容量に対して９８．５％～９９．４％）の範囲で、蓄電容量とほぼ変わらない値であった。したがって、二次電池に直列に抵抗器r_Sを接続して擬似的に内部抵抗を増し、定電流－定電圧充電操作を行っても、二次電池自体の蓄電容量は変わらないことがわかる。

【００３４】

また、図１２の電池電圧曲線から、１．７Ａの定電流充電終了後、電池電圧は徐々に低下し、所定時間経過すると、ある電圧値に収束することがわかる。この電圧値が開回路電圧Vocと考えられるので、当該二次電池の内部抵抗をR_Iとすると、R_Iは充電電圧とその時点の開回路電圧の差を充電電流値で除した値であるので、次の関係式(3)

$$R_I\ (\Omega) = (4.2V - Voc)\ /1.7A \quad \text{----} \quad (3)$$

から算出することができる。抵抗器r_Sを接続した場合についても同様にして、それぞれ内部抵抗Ｒ（＝$R_I + r_S$）を算出した。

上記で得られた結果を、表１にまとめて示した。

【００３５】

【表１】

接続抵抗器(mΩ)	積算充電量(mAh)	CV充電量(mAh)	開回路電圧(V)	算出R(mΩ)
0	1678.1	403.8	3.96	141.2
27	1669.8	544.3	3.91	170.6
39	1669.0	601.3	3.89	182.4
62	1663.9	729.3	3.85	205.9
91	1658.4	924.9	3.80	235.3
110	1654.2	1106.9	3.77	252.9
150	1650.8	1394.4	3.71	288.2

【００３６】

表１に示した、内部抵抗と定電圧充電モードでの充電電気量の関係を図１３に示す。ここで、定電圧充電モードでの充電電気量Ｑ（ｍＡｈ）に対する内部抵抗Ｒ（ｍΩ）の関係の近似曲線の関数式R(Q)を一例として、以下の式（４）のように定電圧充電モードでの充電電気量Ｑの関数として表すことができると仮定した。

$$R(Q)=P_n\times Q^n + P_{n-1}\times Q^{n-1} + P_{n-2}\times Q^{n-2} + \cdots + P_1\times Q^1 + P_0\times Q^0 \quad \text{----} \quad (4)$$

式（４）において、P_nからP_0は、二次電池の種類、型式、公称容量等によって異なる定数である。

【００３７】

本例では、内部抵抗Ｒを定電圧充電モードでの充電電気量Ｑの３次の多項式で表されると仮定し、サイズが直径１８㎜高さ６５㎜で公称容量が１６８０mAhの市販のリチウムイオン二次電池について、取得した基礎データを元に、図１３のカーブフィッティングから、定電圧充電モードでの充電電気量Ｑ（ｍＡｈ）に対する内部抵抗Ｒ（ｍΩ）の関数式を算出した。算出した関数式は以下の通りである。

$$R(Q) = 0.000000072\times Q^3 - 0.0002580011\times Q^2 + 0.4205795841\times Q + 7.825572664 \quad \text{----} \quad (5)$$

上記測定データは、同種同型の二次電池であっても、個体差があるので、複数

の二次電池から得られたデータを平均化したものを使用するのが好ましい。
尚、本例においては、R(Q)の関数式を、定電圧充電モードでの充電電気量Ｑの３次の多項式で表しているが、本発明においては、これらの多項式の次数に限定されるものではない。また、これらの関数式がｎ次の多項式に限定されるものでもない。更に、本例においては、定電圧充電モードでの充電電気量Ｑ（ｍＡｈ）に対する内部抵抗Ｒ（ｍΩ）の関係を、近似曲線の関数式として説明したが、この関係をデータテーブルとして表しても構わない。

【００３８】

（内部抵抗に対する温度T、放電電流Iでの放電量補正係数データの取得例）

本発明において、被検知二次電池の内部抵抗がＲ’であると検知した後、蓄電容量がC_Nである該被検知二次電池の、温度T、放電電流Iでの放電量補正係数データを得る手順の一例を説明する。
蓄電容量の低下はなく内部抵抗のみが増大した二次電池の場合、温度T、放電電流Iでの放電量特性がどのように推移するかを知るために、該二次電池に直列に抵抗器r_Sを接続して擬似的に内部抵抗を増し、定電流－定電圧充電操作後、温度T、放電電流Iでの放電電気量を観測した。次に、定電流充電を行い、所定の電圧に到達した時点での内部抵抗を測定した。

【００３９】

図９は、内部抵抗がR_Iである正常な二次電池に抵抗器r_Sを接続し、充放電装置に接続した回路図である。図９において、前記正常な二次電池としてサイズが直径１８㎜高さ６５㎜で公称容量が１６８０mAhの市販のリチウムイオン二次電池を使用し、抵抗器r_Sを接続しない場合、抵抗値が、２７ｍΩ、３９ｍΩ、６２ｍΩ、９１ｍΩ、１１０ｍΩ、１５０ｍΩの抵抗器r_Sを接続した場合の、それぞれにおいて１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で、引き続き４．２Ｖの定電圧で充電し、定電圧充電モードでの充電電流が０．１Ａまで低下するまで充電した後、温度２５℃、放電電流１．７Ａで電池電圧が３．０Ｖに達するまでの放電電気量を計測した。引き続き１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点での開回路電圧を、前記内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データの

取得例と同様の手順で計測し、内部抵抗を算出した。

上記で得られた結果を、表２にまとめて示した。

【００４０】

【表２】

接続抵抗器(mΩ)	算出R(mΩ)	1.7A放電量(mAh)	対公称容量
0	141.2	1646.4	0.980
27	170.6	1632.1	0.972
39	182.4	1627.6	0.969
62	205.9	1617.9	0.963
91	235.3	1608.1	0.957
110	252.9	1597.7	0.951
150	288.2	1580.4	0.941

【００４１】

表２に示した、内部抵抗と、温度２５℃、放電電流１．７Ａで電池電圧が３．０Ｖに達するまでの放電電気量の公称容量に対する割合の関係を、図１４に示す。ここで、内部抵抗Ｒに対する、温度２５℃、放電電流１．７Ａで電池電圧が３．０Ｖに達するまでの放電電気量の公称容量に対する割合の関係である放電量補正係数$f_{-25℃,1.7A}(R)$を一例として、以下のように内部抵抗Ｒの関数として表すことができると仮定した。

$$f_{-25℃,1.7A}(R)=G_n\times R^n + G_{n-1}\times R^{n-1} + \cdots + G_1\times R^1 + G_0\times R^0 \quad \text{----} \quad (6)$$

式（６）において、G_nからG_0は、二次電池の種類、型式、公称容量等によって異なる定数である。

【００４２】

本例では、放電量補正係数を内部抵抗Ｒ（ｍΩ）の３次の多項式で表されると仮定し、サイズが直径１８㎜高さ６５㎜で公称容量が１６８０mAhの市販のリチウムイオン二次電池について、取得した基礎データを元に、図１４のカーブフィッティングから、内部抵抗Ｒに対する、温度２５℃、放電電流１．７Ａで電池電圧が３．０Ｖに達するまでの放電電気量の公称容量に対する割合の関係である放電量補正係数の関数式を算出した。算出した関数式は以下の通りである。

$$f_{-25℃,1.7A}(R) = -0.0000000068\times R^3+0.0000041892\times R^2-0.0010928023\times R$$

$$+1.0698074090 \quad ---- \quad (7)$$

上記測定データは、同種同型の電池であっても、個体差があるので、複数の電池から得られたデータを平均化したものを使用するのが好ましい。

尚、本例においては、$f_{-25℃,1.7A}(R)$の関数式を、内部抵抗Ｒの３次の多項式で表しているが、本発明においては、これらの多項式の次数に限定されるものではない。また、これらの関数式がｎ次の多項式に限定されるものでもない。更に、本例においては、内部抵抗に対する温度T、放電電流Iでの放電量補正係数データを、近似曲線の関数式として説明したが、この関係をデータテーブルとして表しても構わない。

【００４３】

以上説明したように、内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係、内部抵抗に対する温度T、放電電流Iでの放電量補正係数は、それぞれ正常な二次電池について予め計測されたデータから得られた関数式に限定されるものではない。例えば、正常な二次電池の正極及び負極のそれぞれの組成、厚み、密度、寸法等の情報と、電解液や電池構造等の情報をもとに、シミュレーションで得られた関数式として取得することも可能である。また、各種の劣化モード状態にある二次電池からの数多くの実測データから経験式として求めることもできるが、各種の劣化モード状態にある二次電池が必要なこと、数多くの実測データの整理、解析が必要なこと、などから多大な労力が要求される。

本発明において、簡便な方法で精度良く、内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データ、内部抵抗に対する温度T、放電電流Iでの放電量補正係数データを、内部抵抗がR_Iである正常な二次電池と、該R_Iと同程度のオーダーの各種抵抗値の抵抗器r_Sを直列に接続して、それぞれ取得する前記方法を用いることは、より好ましい。

【００４４】

【実施例】

以下の実施例に基づき本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【００４５】

【実施例１】

本実施例では、上述したように内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データを得たサイズが直径１８mm高さ６５mmで公称容量が１６８０mAhの市販のリチウムイオン二次電池と、同種同型の別の正常な二次電池を用い、定電流－定電圧充電を行い、該二次電池の内部抵抗を図１のフローチャートに従って検知した後、実際の内部抵抗を求め、比較して、本発明の有効性を検証した。

即ち、被検知二次電池について１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で、引き続き４．２Ｖの定電圧で充電し、定電圧充電モードでの充電電流が０．１Ａまで低下したら充電終了とした時の、定電圧充電モードでの充電電気量を求めた。次いで、内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データの一例である、前記定電圧充電モードでの充電電気量Ｑ（ｍＡｈ）に対する内部抵抗Ｒ（ｍΩ）の関数式（５）に、前記求めた定電圧充電モードでの充電電気量を代入し、被検知電池の内部抵抗を検知した。次に、被検知二次電池を０．１７Ａの定電流で終止電圧３．０Ｖまで放電した後、１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で終了し、所定時間経過後、開回路電圧を測定し、上述の式（１）から内部抵抗を算出した。

上記で得られた結果を、表３にまとめて示す。

【００４６】

【表３】

CV充電量(mAh)	424.6
検知R(mΩ)	145.4
開回路電圧(V)	3.955
算出R(mΩ)	144.1

【００４７】

表３から、被検知二次電池の内部抵抗の検知値と算出値との誤差は、次式で計算され、

｜145.4－144.1｜／144.1×100＝0.9（％）　----　(8)

誤差は、０．９％であった。

本発明の内部抵抗検知方法を用いれば、定電流－定電圧充電中の特定の操作や、検知のために特別な時間を必要とすることなく、定電圧充電モードの充電電気量の計測値から、簡便に、精度よく内部抵抗を検知できることがわかった。

【００４８】

【実施例２】

本実施例では、先に述べた内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データを得たサイズが直径１８㎜高さ６５㎜で公称容量が１６８０mAhの市販のリチウムイオン二次電池と同種同型の二次電池について、予め充放電を１６０回繰り返し、サイクル劣化をさせた後、定電流－定電圧充電を行い、図２のフローチャートに従って検知した後、実際の内部抵抗を求め、比較して、本発明の有効性を検証した。

即ち、被検知二次電池について１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で、引き続き４．２Ｖの定電圧で充電し、定電圧充電モードでの充電電流が０．１Ａまで低下したら充電終了とした時の、定電圧充電モードでの充電電気量を求めた。次いで、該求めた充電電気量を１／Ｄ倍（被検知二次電池の蓄電容量低下率をＤとする）した後、内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データの一例である、前記定電圧充電モードでの充電電気量Ｑ（ｍＡｈ）に対する内部抵抗Ｒ（ｍΩ）の関数式（５）に、前記求めた定電圧充電モードでの充電電気量を１／Ｄ倍したものを代入し、被検知二次電池の内部抵抗を検知した。次に、被検知二次電池を０．１７Ａの定電流で終止電圧３．０Ｖまで放電した後、１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で終了し、所定時間経過後、開回路電圧を測定し、上述の式（１）から内部抵抗を算出した。

上記で得られた結果を、表４にまとめて示す。

【００４９】

【表４】

CV充電量Q_{CV}'(mAh)	623.1
蓄電容量低下率D	0.867
Q_{CV}'×1／D(mAh)	718.9
検知R(mΩ)	203.6
開回路電圧(V)	3.850
算出R(mΩ)	205.9

【００５０】

表４から、被検知二次電池の内部抵抗の検知値と算出値との誤差は、次式で計算され、

｜203.6－205.9｜／205.9×100＝1.1（％）　----　(9)

誤差は、１．１％であった。

ここで、表４での被検知電池の蓄電容量低下率Ｄは、被検知二次電池について定電流１．７Ａの充電モードから定電圧４．２Ｖの充電モードへの切り替わり時から所定の電流値０．８５Ａになるまでの時間t_M'、定電圧充電モードでの充電電気量Q_{CV}'を測定し、対応する正常な二次電池についても、予めそれぞれt_M、Q_{CV}を測定しておき、上述の式（２）から算出した値である。上記で得られた結果を、表５にまとめて示す。

【００５１】

【表５】

	正常電池	被検知電池
CV充電量Q_{CV}、Q_{CV}'(Ah)	0.4038	0.6231
0.85A到達時間t_M、t_M'(時間)	0.170	0.308

【００５２】

前記式（２）において、I_0は定電流充電モードでの充電電流値１．７Ａである

ので、次式

$D=(0.6231-1.7\times0.308)/(0.4038-1.7\times0.170)$ ----　(10)

から、被検知電池の蓄電容量低下率Ｄを算出した。

図１５は、１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で終了した時の、充電終了後１２０分間の経過時間に対する電池電圧を示した図である。電池電圧は徐々に低下し、９０分経過すると、３．８５Ｖの電圧に収束することがわかる。

【００５３】

図１６は、図１５における縦軸の電圧値をVoc_0として、上述の式（１）の計算を行い、プロットした図である。これは、各時間での電圧値を開回路電圧と見なし、被検知二次電池の内部抵抗を算出した時の値を示している。上記の通り、９０分経過後の３．８５Ｖが、正しい開回路電圧であり、その値で計算される２０５．９ｍΩが真の内部抵抗Ｒと考えられる。

図１７は、図１６における縦軸の算出内部抵抗値をR_0として、次式

$|R_0-R|/R\times100$ ----　(11)

の計算を行い、その計算結果を縦軸に示した図である。これは、各時間での電圧値を開回路電圧と見なし、被検知二次電池の内部抵抗を算出した時の、真の内部抵抗値との誤差を示している。図１７から、本検知方法での誤差１．１％は、休止時間を８０分以上設けたのと同等の精度であることがわかった。

本発明の内部抵抗検知方法を用いれば、被検知二次電池がサイクル劣化していても、定電流－定電圧充電中の特定の操作や、検知のために特別な時間を必要とすることなく、定電圧充電モードの充電電気量の計測値から、簡便に、精度よく内部抵抗を検知できることがわかった。

【００５４】

【実施例３】

本実施例では、先に述べた内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データを得たサイズが直径１８㎜高さ６５㎜で公称容量が１６８０mAhの市販のリチウムイオン二次電池と、同種同型の二次電池を、予め８０℃の雰囲気中で、１０日間の高温保存して劣化させた後、定電流

一定電圧充電を行い、図２のフローチャートに従って検知した後、実際の内部抵抗を求め、比較して、本発明の有効性を検証した。

即ち、劣化させた被検知二次電池について１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で、引き続き４．２Ｖの定電圧で充電し、定電圧充電モードでの充電電流が０．１Ａまで低下したら充電終了とした時の、定電圧充電モードでの充電電気量を求めた。次いで、該求めた充電電気量を１／Ｄ倍（被検知二次電池の蓄電容量低下率をＤとする）した後、内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データの一例である、前記定電圧充電モードでの充電電気量Ｑ（ｍＡｈ）に対する内部抵抗Ｒ（ｍΩ）の関数式（５）に、前記求めた定電圧充電モードでの充電電気量を１／Ｄ倍したものを代入し、被検知二次電池の内部抵抗を検知した。次に、被検知二次電池を０．１７Ａの定電流で終止電圧３．０Ｖまで放電した後、１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で終了し、所定時間経過後、開回路電圧を測定し、上述の式（１）から内部抵抗を算出した。

上記で得られた結果を、表６にまとめて示す。

【００５５】

【表６】

CV充電量Q_{CV}'(mAh)	1170.5
蓄電容量低下率D	0.763
Q_{CV}'×1／D(mAh)	1534.0
検知R(mΩ)	305.8
開回路電圧(V)	3.670
算出R(mΩ)	311.8

【００５６】

表６から、被検知二次電池の内部抵抗の検知値と算出値との誤差は、次式で計算され、

｜305.8－311.8｜／311.8×100＝1.9（％）　----　(12)

誤差は、１．９％であった。

ここで、表６での被検知二次電池の蓄電容量低下率Ｄは、該被検知二次電池について定電流１．７Ａの充電モードから定電圧４．２Ｖの充電モードへの切り替わり時から所定の電流値０．８５Ａになるまでの時間t_M'、定電圧充電モードでの充電電気量Q_{CV}'を測定し、対応の正常な二次電池についても、予めそれぞれt_M、Q_{CV}を測定しておき、上述の式（２）から算出した値である。
上記で得られた結果を、表７にまとめて示す。

【００５７】

【表７】

	正常電池	被検知電池
CV充電量Q_{CV}、Q_{CV}'(Ah)	0.4038	1.1705
0.85A到達時間t_M、t_M'(時間)	0.170	0.637

【００５８】

前記式（２）において、I_0は定電流充電モードでの充電電流値１．７Ａであるので、次式

$$D=(1.1705-1.7\times0.637)/(0.4038-1.7\times0.170) \quad \text{----} \quad (13)$$

から、被検知二次電池の蓄電容量低下率Ｄを算出した。

また、図１５乃至図１７に徴して説明した上述の手法により、本検知方法での誤差１．９％は、休止時間を４５分以上設けたのと同等の精度であることがわかった。

本発明の内部抵抗検知方法を用いれば、被検知二次電池が高温環境下での長期保存で劣化していても、定電流－定電圧充電中の特定の操作や、検知のために特別な時間を必要とすることなく、定電圧充電モードの充電電気量の計測値から、簡便に、精度よく内部抵抗を検知できることがわかった。

【００５９】

【実施例４】

本実施例では、先に述べた内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データと先に述べた内部抵抗に対する温度T、

放電電流Iでの放電量補正係数データを得たサイズが直径１８㎜高さ６５㎜で公称容量が１６８０mAhの市販のリチウムイオン二次電池と、同種同型の正常な二次電池の充放電経路に、寄生ダイオード付きＭＯＳ　ＦＥＴ（ＦＹ８ＡＢＪ－０３；三菱電機製）から成る過充電保護素子と過放電保護素子、更に充放電電流を検出するための抵抗器（ＷＳＬ－２５１２（２０ｍΩ）；ビシェイ製）が介装された二次電池パックに対し、定電流－定電圧充電を行い、図１のフローチャートに従って検知した後、実際の内部抵抗を求め、比較して、本発明の有効性を検証した。また、検知した内部抵抗値から、温度２５℃、放電電流１．７Ａで電池電圧が３．０Ｖに達するまでの放電電気量の公称容量に対する割合を推定し、該推定値から放電可能時間を予測した後、実際の放電時間を計測して、本発明の有効性を検証した。

【００６０】

即ち、被検知二次電池について１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で、引き続き４．２Ｖの定電圧で充電し、定電圧充電モードでの充電電流が０．１Ａまで低下したら充電終了とした時の、定電圧充電モードでの充電電気量を求めた。次いで、内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係データの一例である、前記定電圧充電モードでの充電電気量Ｑ（ｍＡｈ）に対する内部抵抗Ｒ（ｍΩ）の関数式（５）に、前記求めた定電圧充電モードでの充電電気量を代入し、被検知二次電池の内部抵抗を検知した。

また、内部抵抗Ｒ（ｍΩ）に対する、温度２５℃、放電電流１．７Ａで電池電圧が３．０Ｖに達するまでの放電電気量の公称容量に対する割合の関係である放電量補正係数データの一例である関数式（７）に、前記検知した内部抵抗値を代入し、被検知二次電池の温度２５℃、放電電流１．７Ａで電池電圧が３．０Ｖに達するまでの放電電気量の公称容量に対する割合を推定し、該推定値から放電可能時間を予測した。

次に、温度２５℃、放電電流１．７Ａで被検知二次電池を終止電圧３．０Ｖまで放電し、放電開始から終止電圧３．０Ｖに達するまでの放電時間を計測した。その後、１．７Ａの定電流充電を行い、充電電圧が４．２Ｖに到達した時点で終

了し、所定時間経過後、開回路電圧を測定し、上述した式（１）から内部抵抗を算出した。

上記で得られた内部抵抗に関する結果を表８に、放電時間に関する結果を表９に、それぞれまとめて示す。

【００６１】

【表８】

CV充電量(mAh)	924.9
検知R(mΩ)	233.1
開回路電圧(V)	3.800
算出R(mΩ)	235.3

【００６２】

【表９】

検知R(mΩ)	233.1
推定放電量補正係数	0.957
1.7A予測放電可能電気量(mAh)	1607.0
1.7A予測放電可能時間(分)	56.7
1.7A実測放電時間(分)	57.1

【００６３】

表８から、被検知二次電池の内部抵抗の検知値と算出値との誤差は、次式で計算され、

｜233.1－235.3｜／235.3×100＝0.9（％）　----　(14)

誤差は、０．９％であった。

また、表９から、被検知二次電池の温度２５℃、放電電流１．７Ａで電池電圧が３．０Ｖに達するまでの放電時間の予測値と実測値との誤差は、次式で計算され、

｜56.7－57.1｜／57.1×100＝0.7（％）　----　(15)

誤差は、０．７％であった。

本発明の内部抵抗検知方法を用いれば、被検知二次電池が制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が充放電経路に介装された二次電池パックであっても、定電流－定電圧充電中の特定の操作や、検知のために特別な時間を必要とすることなく、定電圧充電モードの充電電気量の計測値から、簡便に、精度よく内部抵抗を検知できることがわかった。また、検知した内部抵抗値から、温度T、放電電流Iでの、所定電圧に達するまでの放電可能時間を予測することができるのもわかった。

【００６４】

以上、実施例１乃至実施例４で検証したように、本発明の部抵抗検知方法を用いることによって、被検知二次電池の内部抵抗を極めて簡便な方法で、精度良く検知することができる。なお、実施例１乃至実施例４においては、一種類の市販のリチウムイオン二次電池を使用したが、二次電池のサイズや型式や種類に限定されることなく、定電流－定電圧充電方式を採用できる二次電池であれば、本発明は適用可能である。また、実施例１乃至実施例４では、単セルの内部情報を検知する例を説明したが、これに限定されることなく、本発明によれば、複数のセルを並列、もしくは直列、または直並列に接続して形成されている電池パックにおいても、正常な基準となる電池パックから予め取得しておいたデータから、内部情報を得ることができる。

【００６５】

上記では、本発明を様々の実施態様例及び実施例を示して説明したが、本発明の範囲はこれらに限定されるものではなく、本発明の趣旨をそこなわない範囲において様々に変更可能であることは云うまでもない。

【００６６】

本発明の実施態様の代表的例を以下に列挙する。

【００６７】

【実施態様１】被検知対象の二次電池の内部抵抗を検知する方法であって、定電流－定電圧充電方式（一定の電流値I_0で充電を開始し電池電圧が所定の電圧V_{max}に達した後、所定の電圧V_{max}で充電を充電終了まで行う、定電流充電モード及び

定電圧充電モードからなる）により充電を行う場合に、前記定電圧充電モードでの前記被検知二次電池の充電電気量を求めるステップ（a）、及び前記被検知二次電池に対応する正常な二次電池について予め取得してある、該二次電池の内部抵抗を増減させた場合のその内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する前記定電圧充電モードでの前記正常な二次電池の充電電気量の関係を参照するステップ（ｂ）を有することを特徴とする二次電池の内部抵抗の検知方法。

【００６８】

【実施態様２】前記被検知対象の二次電池は、二次電池パックにおける二次電池であり、前記二次電池パックは、制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、及び充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が前記二次電池の充放電経路に介装されたものである実施態様１に記載の二次電池の内部抵抗の検知方法。

【００６９】

【実施態様３】前記被検知二次電池の蓄電容量が前記正常な二次電池の蓄電容量のＤ倍（Ｄは定数で$0<D\leqq1$）に低下している場合に、前記ステップ（a）で求めた定電圧充電モードでの充電電気量を１／Ｄ倍した後に前記ステップ（ｂ）に記載の内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係を参照するステップを有することを特徴とする実施態様１または２に記載の二次電池の内部抵抗検知方法。

【００７０】

【実施態様４】前記ステップ（ｂ）に記載の内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量の関係が、前記正常な二次電池について予め取得されたデータ、前記データから得られた関係式及びコンピューターによるシミュレーションから得られた関係式の中から選択される特性であることを特徴とする実施態様１乃至３のいずれかに記載の二次電池の内部抵抗検知方法。

【００７１】

【実施態様５】前記正常な二次電池について予め取得されたデータが、以下の操作で得られた充電電気量Qcv'と抵抗器の抵抗値r_Sの関係のデータ、若しくは充電電気量Qcv'と抵抗値$R(=R_1+r_S)$の関係のデータを包含することを特徴とする実

施態様４に記載の二次電池の内部抵抗検知方法であり、前記操作は、内部抵抗がR_Iである正常な二次電池に、各種抵抗値(r_S)の抵抗器を直列に接続し、定電流－定電圧充電方式（一定の電流値I_0で充電を開始し電池電圧が所定の電圧V_{max}に達した後、所定の電圧V_{max}で充電を充電終了まで行う、定電流充電モード及び定電圧充電モードからなる）により充電を行い、前記定電圧充電モードでの前記各種抵抗値の抵抗器を接続した正常な二次電池の充電電気量Qcv'を計測することを包含する。

【００７２】

【実施態様６】前記正常な二次電池について予め取得されたデータが、以下の操作で得られた充電電気量Qcv'と抵抗値Rの関係のデータを包含することを特徴とする実施態様４に記載の二次電池の内部抵抗検知方法であり、前記操作は、内部抵抗がR_Iである正常な二次電池に、各種抵抗値(r_S)の抵抗器を直列に接続し、定電流－定電圧充電方式（一定の電流値I_0で充電を開始し電池電圧が所定の電圧V_{max}に達した後所定の電圧V_{max}で充電を充電終了まで行う、定電流充電モード及び定電圧充電モードからなる）による充電操作で、前記各種抵抗値の抵抗器を接続した正常な二次電池の各々における、所定の電圧V_{max}に達した時点での開回路電圧Voc及び前記定電圧充電モードでの充電電気量Qcv'を計測し、該V_{max}、Voc、及びI_0と関係式$R = (V_{max} - Voc)/I_0$ から抵抗値Rを算出することを包含する。

【００７３】

【実施態様７】前記定電圧充電の終了時点が下記の三つの状態のうちいずれか一つに達した時点であることを特徴とする実施態様１乃５のいずれかに記載の二次電池の内部抵抗検知方法。

（ｉ）定電圧充電モードでの充電電流が所定の電流値I_{min}以下になった時点、

（ｉｉ）定電圧充電モードでの充電電流が所定の電流値I_n到達後、所定時間t_nを経過した時点、又は

（ｉｉｉ）充電開始から所定時間t_fを経過した時点。

【００７４】

【実施態様８】前記被検知二次電池の内部抵抗が$R' (= R_1 + r_S)$であると検知した後、前記正常な二次電池の蓄電容量C_Nと、前記正常な二次電池の温度T及び放

電電流Iでの内部抵抗Rで決まる放電量補正係数$f_{-T,I}(R_I)$から、内部抵抗がR_Iである前記正常な二次電池の全放電量が$C_d = C_N \times f_{-T,I}(R_I)$、蓄電容量の低下がない場合の前記被検知二次電池の全放電量が$C_d' = C_N \times f_{-T,I}(R')$、でそれぞれ表されるとし、前記被検知二次電池を電源に使用している機器の平均消費電流をｉ、平均消費電力をｐ、放電電流値がiである正常な二次電池の平均放電電圧をV_m、該被検知二次電池の平均放電電圧をV_m'とする時、前記機器の作動時間ｈを、式$h = C_d' / i$若しくは$h = (V_m' \times C_d') / p$、但し$V_m' = V_m - i \times (R' - R_1)' = V_m - i \times r_S$、で算出することを特徴とする実施態様１乃至７のいずれかに記載の二次電池の内部抵抗検知方法。

【００７５】

【実施態様９】前記温度T及び放電電流Iでの内部抵抗Rで決まる放電量補正係数$f_{-T,I}(R)$が、前記正常な二次電池について予め取得されたデータ、前記データから得られた関係式及びコンピューターによるシミュレーションから得られた関係式の中から選択されるものであることを特徴とする実施態様８に記載の二次電池の内部抵抗検知方法。

【００７６】

【実施態様１０】前記正常な二次電池について予め取得されたデータが、以下の操作で得られた抵抗値$R(= R_1 + r_S)$と放電電気量C_dの関係のデータを包含することを特徴とする実施態様９に記載の二次電池の内部抵抗検知方法であり、前記操作は、内部抵抗がR_Iである正常な二次電池に、各種抵抗値(r_S)の抵抗器を直列に接続し、定電流－定電圧充電操作（一定の電流値I_0で充電を開始し電池電圧が所定の電圧V_{max}に達した後、所定の電圧V_{max}で充電を充電終了まで行う）を充電終了まで行った後、温度T及び放電電流Iで所定の電圧V_{min}に達するまで放電し、前記各種抵抗値の抵抗器を接続した正常な二次電池の各々の放電電気量C_dを計測することを包含する。

【００７７】

【実施態様１１】前記正常な二次電池について予め取得されたデータが、以下の操作で得られた抵抗値Rと放電電気量C_dの関係のデータを包含することを特徴とする実施態様９に記載の二次電池の内部抵抗検知方法であり、前記操作は、内部

抵抗がR_Iである正常な二次電池に、各種抵抗値(r_S)の抵抗器を直列に接続し、定電流－定電圧充電操作（一定の電流値I_0で充電を開始し電池電圧が所定の電圧V_{max}に達した後所定の電圧V_{max}で充電を充電終了まで行う）を充電終了まで行い、定電圧充電モードでの充電電気量Qcv'を計測した後、温度T及び放電電流Iで所定の電圧V_{min}に達するまで放電し、前記各種抵抗値の抵抗器を接続した正常な二次電池の各々の放電電気量C_dを計測すること、また、前記定電流－定電圧充電操作において、前記各種抵抗値の抵抗器を接続した正常な二次電池の各々における、所定の電圧V_{max}に達した時点での開回路電圧Vocを計測し、該V_{max}、Voc、及びI_0と関係式$R = (V_{max} - Voc)/I_0$ から抵抗値Rを算出することを包含する。

【００７８】

【実施態様１２】前記直列接続する抵抗器の抵抗値が、前記正常な二次電池の内部抵抗と同程度のオーダーであることを特徴とする実施態様５、６、１０および１１のいずれかに記載の二次電池の内部抵抗検知方法。

【００７９】

【実施態様１３】内部抵抗が$R'(= R_1 + r_S)$であると検知した前記被検知二次電池の蓄電容量が前記正常な二次電池の蓄電容量のＤ倍（Ｄは定数で$0<D\leqq1$）に低下している場合に、前記正常な二次電池の蓄電容量C_Nと、前記正常な二次電池の温度T及び放電電流Iでの内部抵抗Rで決まる放電量補正係数$f_{-T,I}(R)$から、前記被検知二次電池の全放電量が$C_d' = D \times C_N \times f_{-T,I}(R')$、で表されるとし、前記被検知二次電池を電源に使用している機器の平均消費電流をｉ、平均消費電力をｐ、放電電流値がiである正常な二次電池の平均放電電圧をV_m、前記被検知二次電池の平均放電電圧をV_m'とする時、前記機器の作動時間ｈを、式$h = C_d' / i$ 若しくは$h = (V_m' \times C_d') / p$、但し $V_m' = V_m - i \times (R' - R_1)' = V_m - i \times r_S$、で算出することを特徴とする実施態様８に記載の二次電池の内部抵抗検知方法。

【００８０】

【実施態様１４】前記被検知二次電池の蓄電容量が、前記正常な二次電池の蓄電容量のＤ倍（Ｄは定数で$0<D\leqq1$）に低下していると仮定した場合に、前記被検知二次電池において定電流I_0の充電モードから定電圧V_{max}の充電モードへの切り

替わり時から所定の電流値I_Mになるまでの時間がt_M'、定電圧充電モードでの充電電気量がQ_{CV}'で、前記正常な二次電池においてはそれぞれt_M、Q_{CV}であるとき、関係式$D=(Q_{CV}'-I_0\times t_M')/(Q_{CV}-I_0\times t_M)$から前記被検知二次電池の蓄電容量が、前記正常な二次電池の蓄電容量のＤ倍であると検知することを特徴とする実施態様３または１３に記載の二次電池の内部抵抗検知方法。

【００８１】

【実施態様１５】前記所定の電流値I_Mは、前記定電流充電での充電電流I_0の$0.4\times I_0\leqq I_M\leqq 0.6\times I_0$の範囲であることを特徴とする実施態様１４に記載の二次電池の内部抵抗検知方法。

【００８２】

【実施態様１６】前記所定の電流値I_Mは、前記定電流充電での充電電流I_0の1/2、即ち$I_M=0.5\times I_0$であることを特徴とする実施態様１５に記載の二次電池の内部抵抗検知方法。

【００８３】

【実施態様１７】被検知対象の二次電池の内部抵抗を検知する装置であって、少なくとも前記被検知二次電池の電圧を検知する手段、前記被検知二次電池を流れる電流を検知する手段、定電流－定電圧充電方式での定電圧充電モードにおける前記被検知二次電池の充電電気量を求める手段、前記被検知二次電池に対応する正常な二次電池について予め取得してある内部抵抗に対する前記正常な二次電池定の電圧充電モードでの充電電気量の関係を記憶する手段、及び該記憶手段の情報を参照し前記定電圧充電モードでの充電電気量から前記被検知二次電池の内部抵抗を検知する手段を有することを特徴とする二次電池の内部抵抗検知装置。

【００８４】

【実施態様１８】前記被検知二次電池は、二次電池パックにおける二次電池であり、前記二次電池パックは、制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が前記二次電池の充放電経路に介装されたものである実施態様１７に記載の二次電池の内部抵抗検知装置。

【００８５】

【実施態様１９】前記被検知二次電池の蓄電容量が前記正常な電池の蓄電容量のＤ倍（Ｄは定数で0＜Ｄ≦1）に低下している場合に、前記定電圧充電モードでの前記被検知二次電池の充電電気量を１／Ｄ倍した後に前記記憶手段の情報を参照し前記定電圧充電モードでの充電電気量から被検知二次電池の内部抵抗を検知する手段を更に有することを特徴とする実施態様１７に記載の二次電池の内部抵抗検知装置。

【００８６】

【実施態様２０】実施態様１７または１９に記載の装置を付加した二次電池を1個またはそれ以上有することを特徴とする二次電池パック。

【００８７】

【実施態様２１】実施態様１７または１９に記載の装置を付加したことを特徴とする機械。

【００８８】

【実施態様２２】製造した二次電池が良品であるか不良品であるか検査する検査装置、二次電池を充電する充電器、携帯電話・携帯端末・携帯型コンピューター等の携帯機器、自動車、自転車、船舶、航空機、宇宙船等の移動体から選択されるものであることを特徴とする実施態様２１に記載の機械。

【００８９】

【実施態様２３】被検知対象の二次電池の内部抵抗を検知するためのプログラムであって、実施態様１、３乃至１６のいずれかに記載の検知方法を盛り込んだことを特徴とする二次電池の内部抵抗検知プログラム。

【００９０】

【実施態様２４】前記被検知二次電池は、二次電池パックにおける二次電池であり、前記二次電池パックは、制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が前記二次電池の充放電経路に介装されたものである実施態様２３に記載の二次電池の内部抵抗検知プログラム。

【００９１】

【実施態様２５】実施態様２３または２４に記載の二次電池の内部抵抗検知プロ

グラムを収めた記憶媒体。

【００９２】

【発明の効果】

本発明によれば、定電流－定電圧充電方式での定電圧充電モードでの充電電気量の計測から、簡便な方法にて、被検知二次電池の内部抵抗、または被検知二次電池としての制御回路にてオンオフ制御可能な充電用スイッチング素子、放電用スイッチング素子、充放電の電流値検出素子のうち少なくとも一つ以上が二次電池の充放電経路に介装された二次電池パックの内部抵抗を高精度に検知することができる。また、このように被検知二次電池の内部抵抗を高精度に検知することができることから、二次電池を電源に使用した機器及び装置の電力管理が容易になるとともに、電池の交換のタイミングを容易に知ることが可能である。したがって、本発明の内部抵抗検知方法を用いた内部抵抗検知装置を電池パック、充電器、二次電池を電源とする機器に付加することによって、二次電池の性能を最大限に引き出すことができ、機器の性能も最大限に引き出すことができる。また、製造された二次電池の出荷前に良品・不良品を検査する検査機器に、前記内部抵抗検知装置を付加することで、精度の高い出荷検査を行うことも可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図１】

本発明における二次電池の内部抵抗検知方法の一例を示したフローチャート図である。

【図２】

本発明における二次電池の内部抵抗検知方法の他の例を示したフローチャート図である。

【図３】

二次電池を定電流－定電圧充電方式の充電と充電停止（休止）を繰り返したときの電池電圧の変化を示した図である。

【図４】

図３で得られた積算充電量に対する電池電圧、及び充電休止時の電池電圧（＝開回路電圧）の関係を示した図である。

【図５】

正常な二次電池及びサイクル劣化二次電池のそれぞれの蓄電量と開回路電圧の関係と、サイクル劣化二次電池の蓄電量を１／０．８４倍（１．１９倍）してプロットした図である。

【図６】

正常な二次電池及びサイクル劣化二次電池のそれぞれの定電流－定電圧充電での充電時間と充電電流の関係と、サイクル劣化電池の充電時間を１／０．８４倍（１．１９倍）してプロットした図である。

【図７】

本発明の二次電池の内部抵抗を検知する内部抵抗検知装置の一例の主要部分の構成を示した図である。

【図８】

本発明の二次電池の内部抵抗を検知する内部抵抗検知装置を付加した二次電池パックの一例の構成を示した図である。

【図９】

内部抵抗がR_Iである正常な二次電池に抵抗器r_Sを直列に接続し、充電装置に接続した回路図である。

【図１０】

図９で直列接続の抵抗器r_Sの抵抗値を変化した場合の、定電流－定電圧充電時の充電時間に対する充電電圧を示した図である。

【図１１】

図９で直列接続の抵抗器r_Sの抵抗値を変化した場合の、定電流－定電圧充電時の充電量に対する充電電流を示した図である。

【図１２】

図９で直列接続の抵抗器r_S無しの場合の、定電流－定電圧充電での定電圧到達時点で充電終了とした時の、充電終了後の経過時間に対する電池電圧を示した図である。

【図１３】

内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する定電圧充電モードでの充電電気量

の関係データの一例を示した図である。

【図１４】

内部抵抗に対する温度T、放電電流Iでの放電量補正係数データの一例を示した図である。

【図１５】

サイクル劣化二次電池の、定電流－定電圧充電での定電圧到達時点で充電終了とした時の、充電終了後の経過時間に対する電池電圧を示した図である。

【図１６】

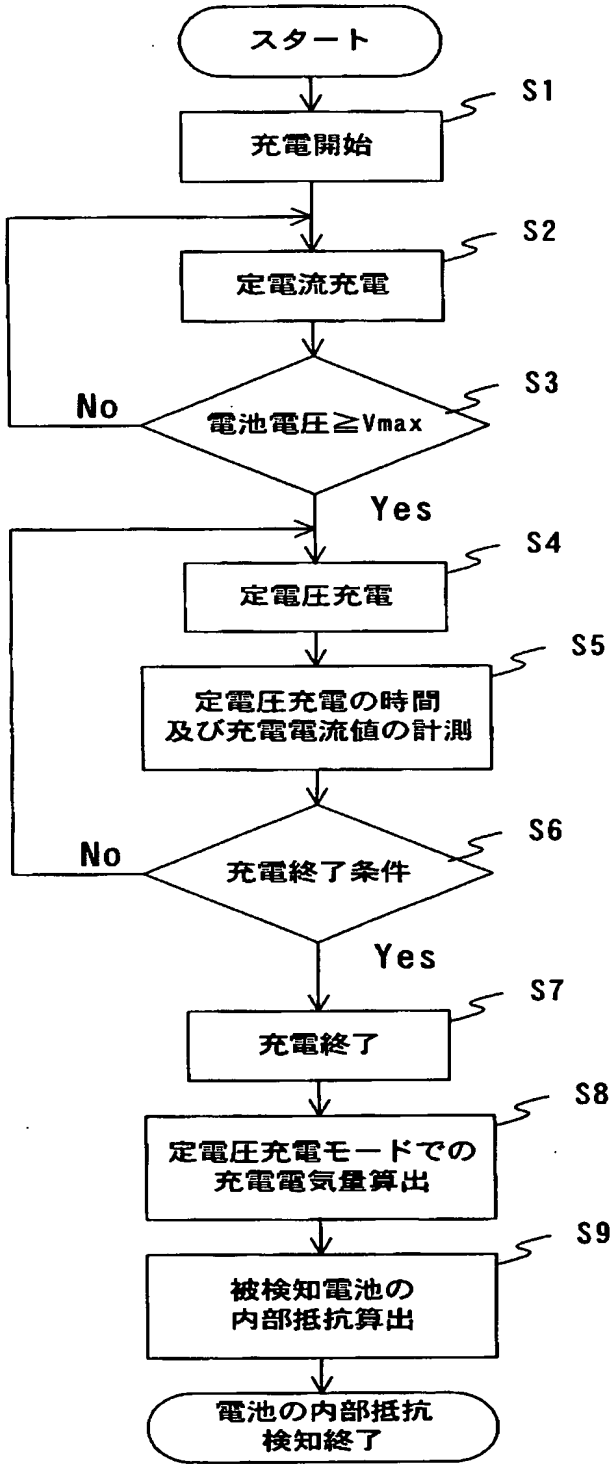
図１５の縦軸の電圧値をVoc_0として、上述した式（１）の計算を行い、プロットした図である。

【図１７】

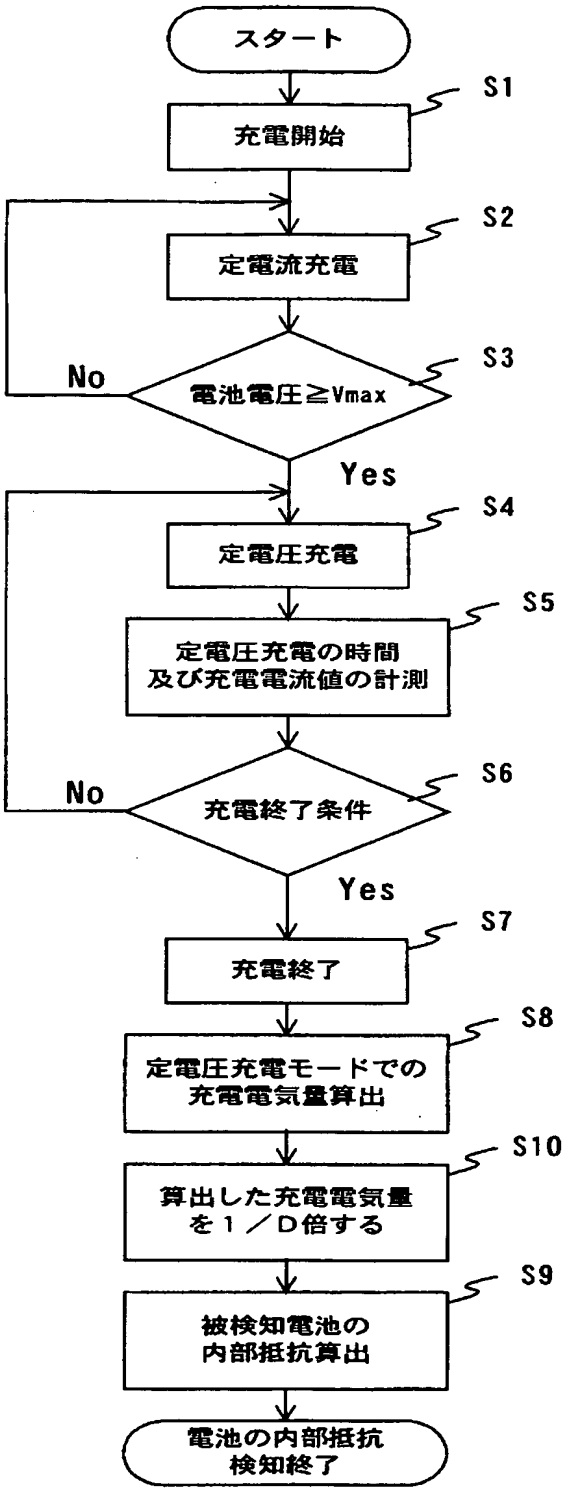
図１６の縦軸の抵抗値をR_0として、上述した式（１１）の計算を行い、プロットした図である。

【書類名】　　図面

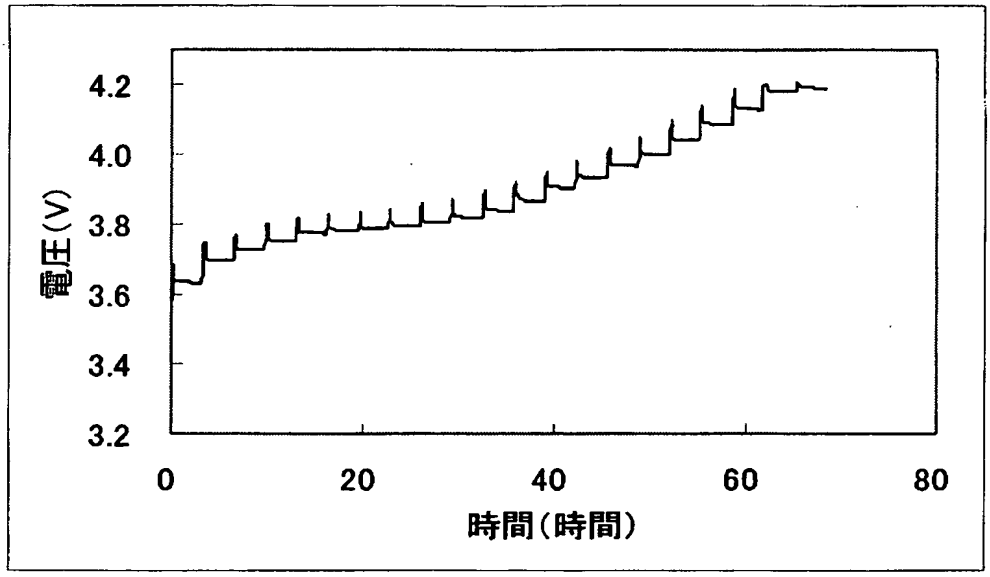
【図１】


スタート
S1
充電開始
S2
定電流充電
S3
No
電池電圧≧Vmax
Yes
S4
定電圧充電
S5
定電圧充電の時間
及び充電電流値の計測
S6
No
充電終了条件
Yes
S7
充電終了
S8
定電圧充電モードでの
充電電気量算出
S9
被検知電池の
内部抵抗算出
電池の内部抵抗
検知終了

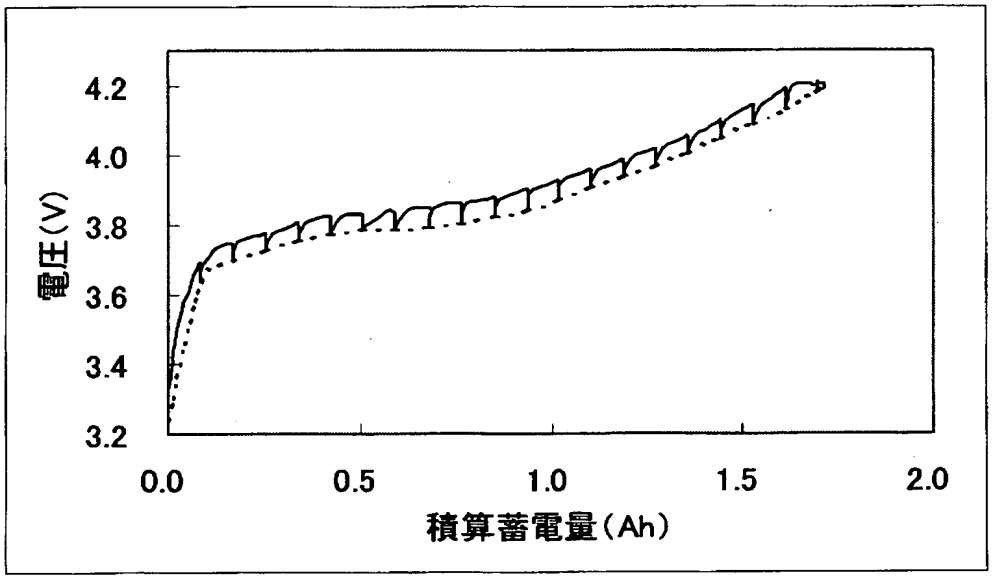
【図２】


スタート
S1
充電開始
S2
定電流充電
S3
No
電池電圧≧Vmax
Yes
S4
定電圧充電
S5
定電圧充電の時間
及び充電電流値の計測
S6
No
充電終了条件
Yes
S7
充電終了
S8
定電圧充電モードでの
充電電気量算出
S10
算出した充電電気量
を１／Ｄ倍する
S9
被検知電池の
内部抵抗算出
電池の内部抵抗
検知終了

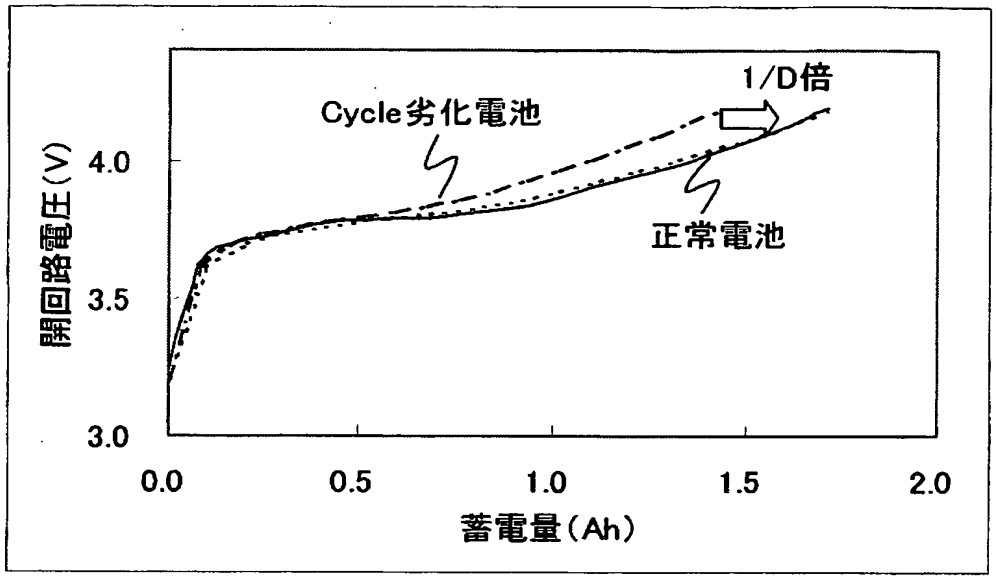
【図３】


4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
電圧(V)
0
20
40
60
80
時間(時間)

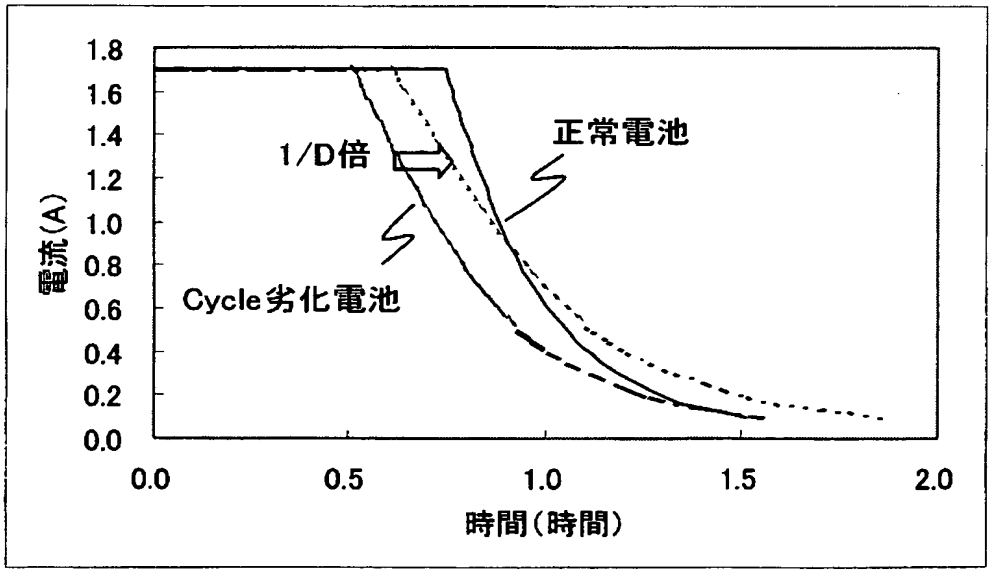
【図４】


4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
電圧(V)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
積算蓄電量(Ah)

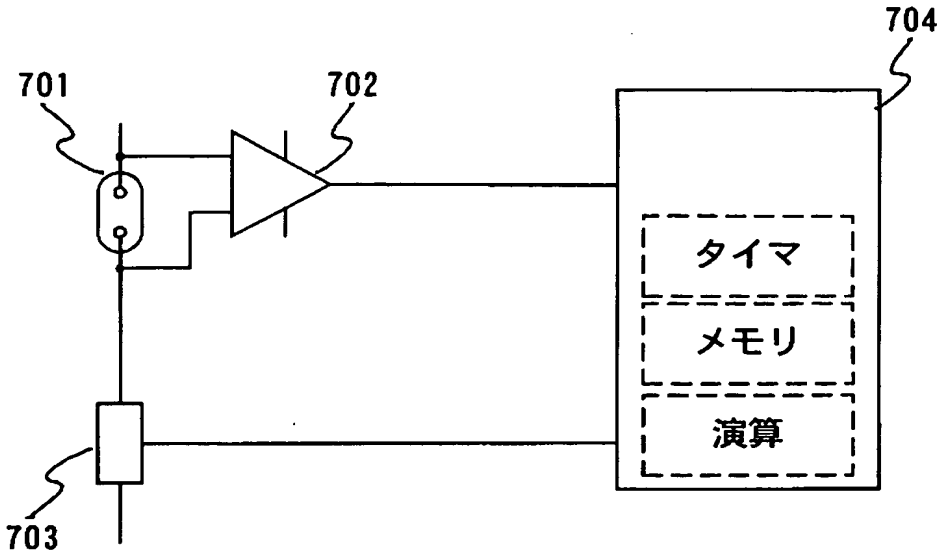
【図５】


1/D倍
Cycle劣化電池
正常電池
開回路電圧(V)
4.0
3.5
3.0
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
蓄電量(Ah)

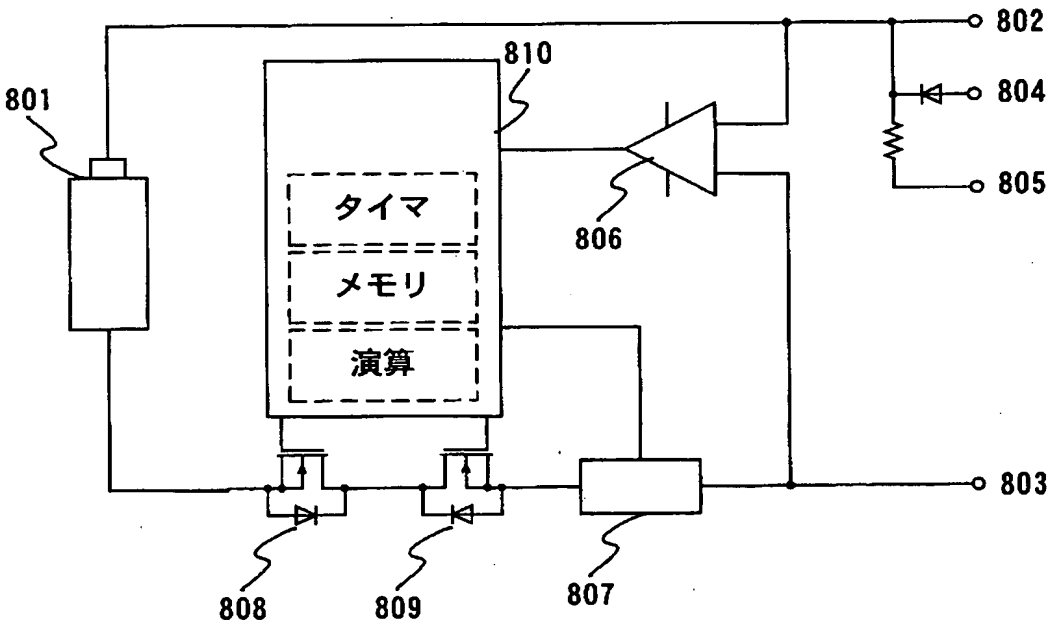
【図６】


1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
電流(A)
1/D倍
正常電池
Cycle劣化電池
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
時間(時間)

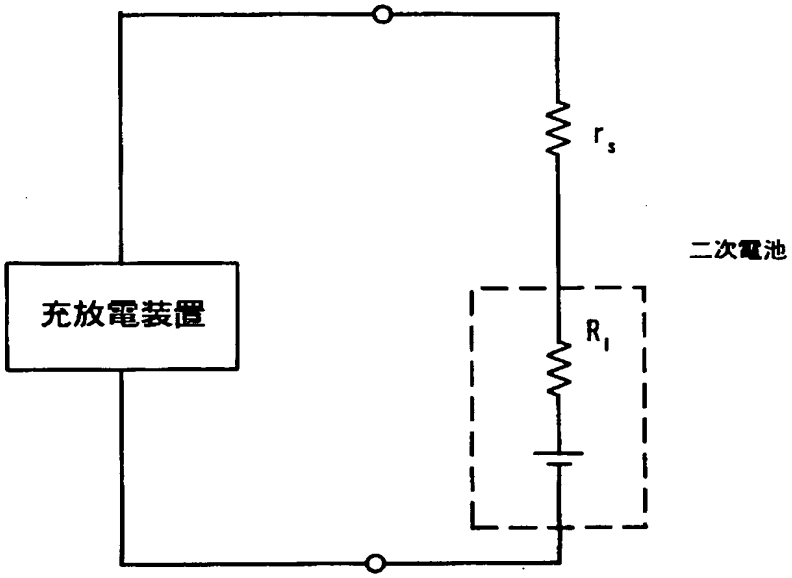
【図７】


704
701
702
タイマ
メモリ
演算
703

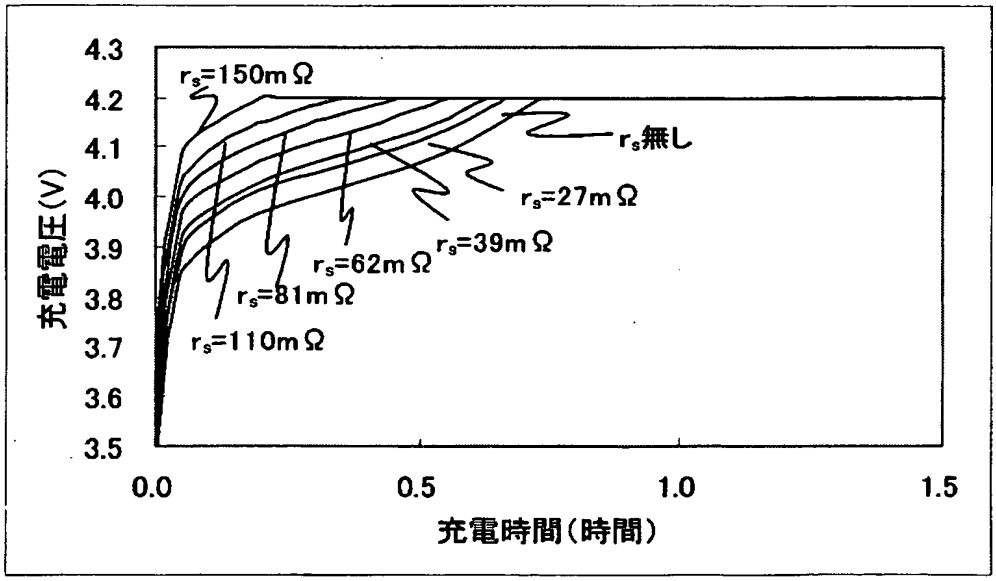
【図８】


802
810
804
801
タイマ
805
806
メモリ
演算
803
808
809
807

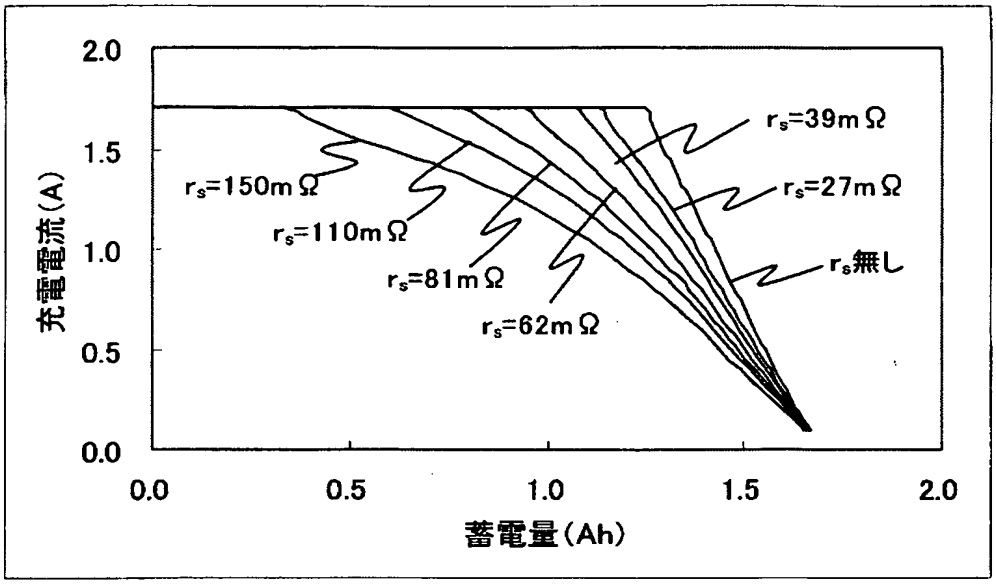
【図９】


r_s
二次電池
充放電装置
R_1

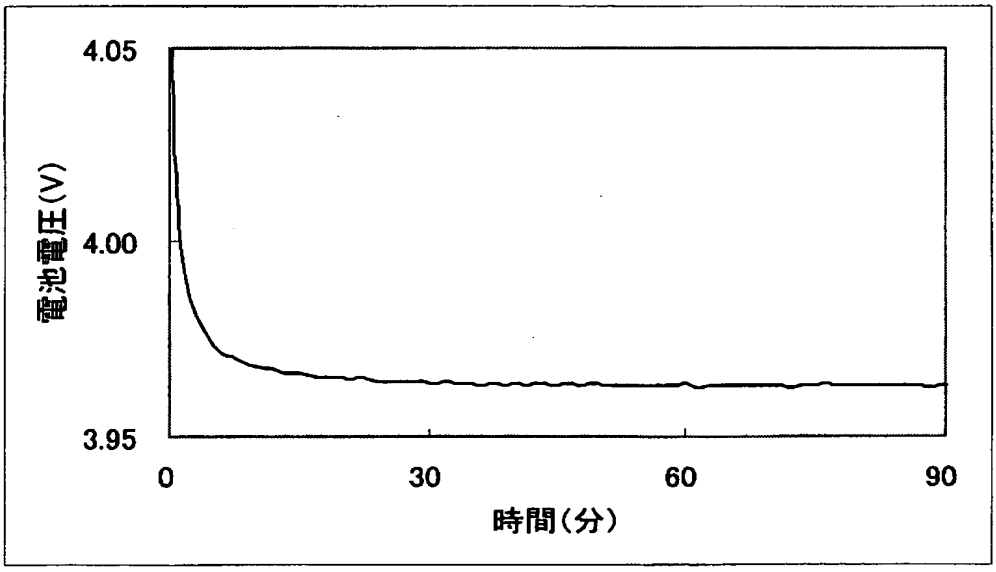
【図１０】


4.3
4.2
4.1
4.0
3.9
3.8
3.7
3.6
3.5
充電電圧(V)
r_s=150mΩ
r_s無し
r_s=27mΩ
r_s=39mΩ
r_s=62mΩ
r_s=81mΩ
r_s=110mΩ
0.0
0.5
1.0
1.5
充電時間(時間)

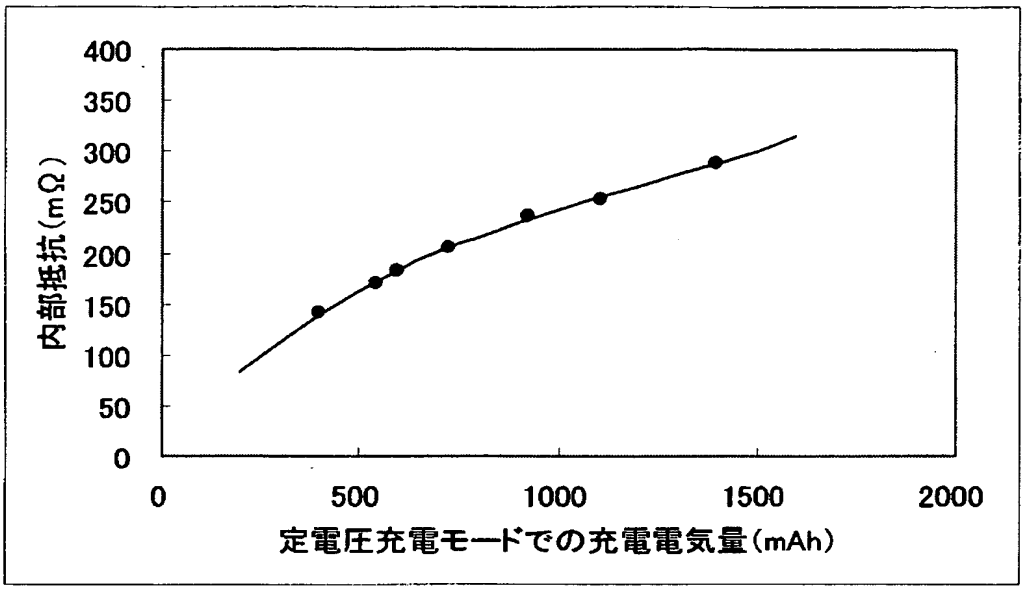
【図１１】


2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
充電電流(A)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
蓄電量(Ah)
rs=150mΩ
rs=110mΩ
rs=81mΩ
rs=62mΩ
rs=39mΩ
rs=27mΩ
rs無し

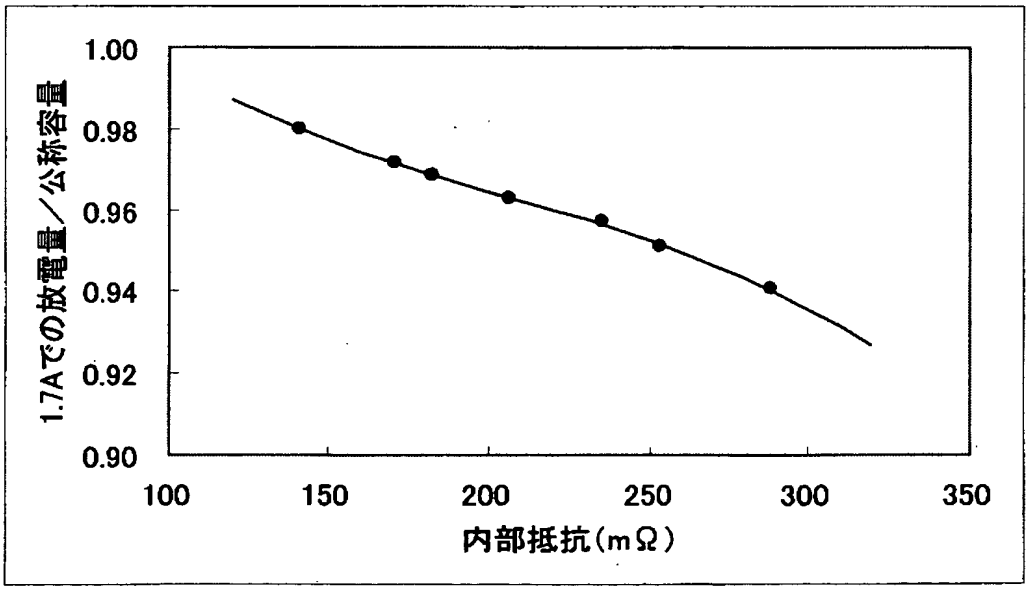
【図１２】


4.05
4.00
3.95
電池電圧(V)
0
30
60
90
時間(分)

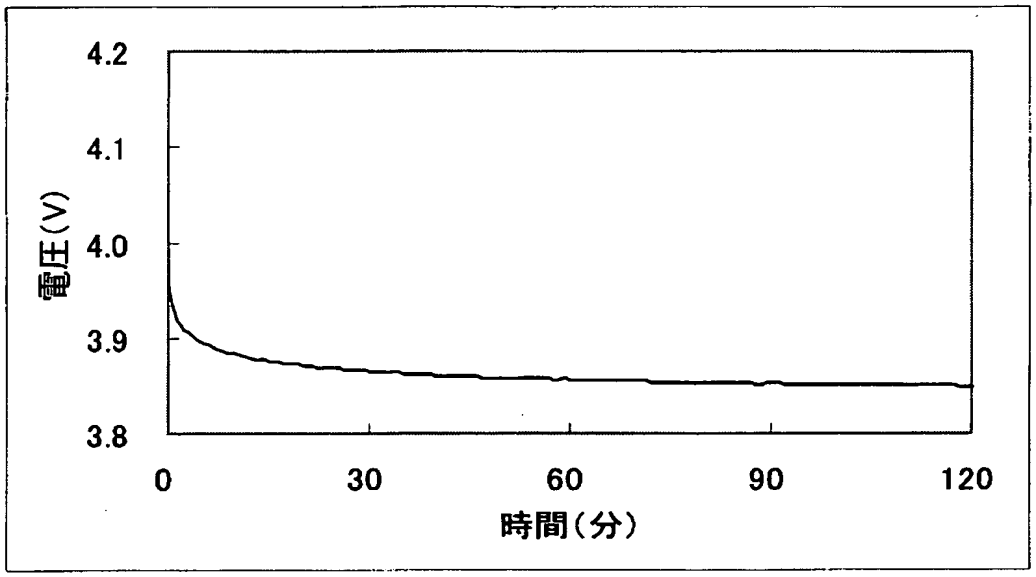
【図１３】


400
350
300
250
200
150
100
50
0
内部抵抗(mΩ)
0
500
1000
1500
2000
定電圧充電モードでの充電電気量(mAh)

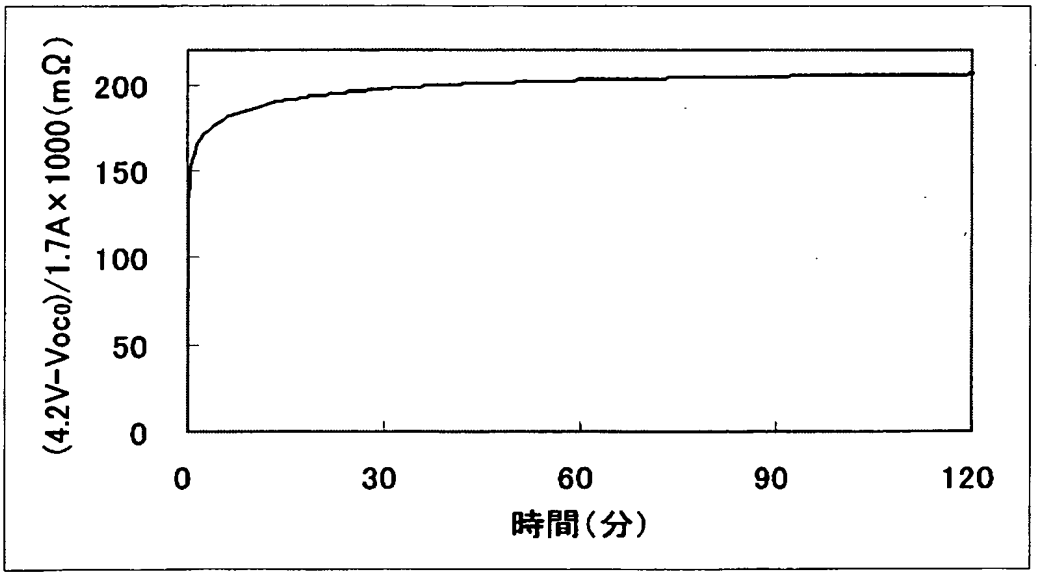
【図１４】


1.00
0.98
0.96
0.94
0.92
0.90
1.7Aでの放電量／公称容量
100
150
200
250
300
350
内部抵抗(mΩ)

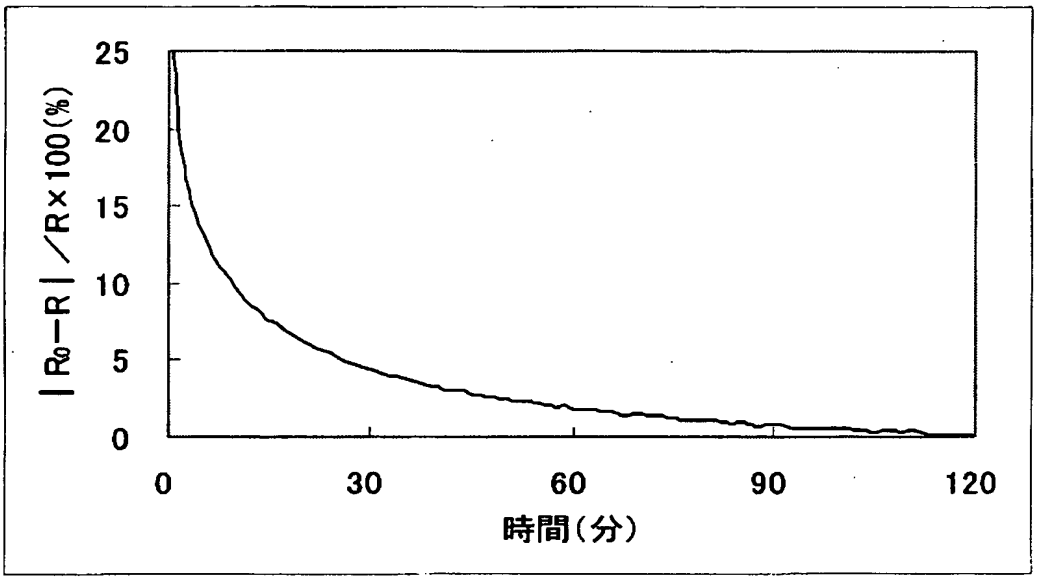
【図１５】


4.2
4.1
4.0
3.9
3.8
電圧(V)
0
30
60
90
120
時間(分)

【図１６】


200
150
100
50
0
(4.2V−Voc0)/1.7A×1000(mΩ)
0
30
60
90
120
時間(分)

【図１７】



【書類名】　　要約書

【要約】

【課題】被検知二次電池の内部抵抗を、特定の操作を必要とすることなく、高精度で検知する方法を提供する。

【解決手段】被検知二次電池の内部抵抗を検知する方法であって、定電流－定電圧充電方式（一定の電流値I_0で充電を開始し電池電圧が所定の電圧V_{max}に達した後、所定の電圧V_{max}で充電を充電終了まで行う、定電流充電モード及び定電圧充電モードからなる）により充電を行う場合に、前記定電圧充電モードでの前記被検知二次電池の充電電気量を求めるステップ（a）、及び前記被検知二次電池に対応する正常な二次電池について予め取得してある、該二次電池の内部抵抗を増減させた場合のその内部抵抗若しくは内部抵抗の増減分に対する前記定電圧充電モードでの前記正常な二次電池の充電電気量の関係を参照するステップ（ｂ）を有することを特徴とする。

【選択図】　図１

特願２００２－２９８１７１

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００００１００７］

１．変更年月日　　１９９０年　８月３０日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
氏　名　　キヤノン株式会社